

Contrato: Nº 1065/2023

Objeto: *Elaboração de Plano Municipal de Gestão de Riscos de Desastres (PMGRD).*

Produto 04



Fonte: Diário Gaúcho. Acesso: 2023.



Fonte: Arquivo
AN. Joinville,
SC. 06 fev. 1995.



Fonte: Hotel Bavarium. 2023.

Consórcio Nippon Koei LAC- REGEA



SETEMBRO/2024

Consórcio Nippon Koei LAC- REGEA

ETAPA II - PRODUTO 04

ESTUDOS GEOTÉCNICOS E HIDROLÓGICOS DETALHADO PARA AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE OBRAS DE CONTENÇÃO

NATUREZA DO TRABALHO

Plano Municipal de Gestão de Riscos de Desastres (PMGRD) do Município de Joinville, SC.

INTERESSADO

Prefeitura Municipal de Joinville, SC.

| CONTRATO | CÓDIGO CONSÓRCIO | REVISÃO | LOCAL E DATA | | |
|-----------|------------------|------------|-----------------------------|------------|------------|
| 1065/2023 | 2230-R04-24 | FINAL | São Paulo, Setembro 2024 | | |
| DATA | REV00 | REV01 | REV02 | REV03 | REV FINAL |
| | 14/06/2024 | 29/07/2024 | 03/09/2024 | 13/09/2024 | 18/09/2024 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 5 |
| 1.1. OBJETIVOS | 7 |
| 2. METODOLOGIA | 8 |
| 2.1. MAPEAMENTO | 9 |
| 2.1.1. MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ESCALA DE DETALHE..... | 9 |
| 2.1.2. MAPEAMENTO DE RISCOS HIDROLÓGICOS EM ESCALA DE DETALHE..... | 16 |
| 2.2. INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO | 22 |
| 2.2.1. SONDAGEM – SPT | 23 |
| 2.2.2. ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO E ENSAIOS GRANULOMÉTRICOS..... | 25 |
| 2.2.3. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO..... | 28 |
| 2.3. ANÁLISE DE ESTABILIDADE | 30 |
| 2.3.1. FATOR DE SEGURANÇA..... | 30 |
| 2.3.2. FATOR DE SEGURANÇA ADMISSÍVEL..... | 30 |
| 2.4. SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA E PROCESSOS HIDROLÓGICOS | 32 |
| 2.4.1. MOVIMENTOS DE MASSA E PROCESSOS EROSIVOS | 32 |
| 2.4.2. SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS HIDROLÓGICOS | 38 |
| 2.5. UNIDADES GEOTÉCNICAS E A CARTA GEOTÉCNICA | 40 |
| 2.6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ESTRUTURAIS | 41 |
| 2.7. ESTUDOS HIDROLÓGICOS | 41 |
| 2.7.1. AVALIAÇÃO DO HISTÓRICO DE CHUVAS DO MUNICÍPIO | 42 |
| 2.7.2. AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE- DURAÇÃO-FREQUÊNCIA DAS CHUVAS NO MUNICÍPIO | 43 |
| 2.7.3. CÁLCULO DAS VAZÕES DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO | 43 |
| 2.7.4. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VAZÃO DAS ESTRUTURAS ATUAIS NAS SEÇÕES DE ESTRANGULAMENTO | 49 |
| 3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-CLIMÁTICA- DA ÁREA DE ESTUDO | 50 |
| 4. RESULTADOS | 55 |
| 4.1. ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS | 55 |
| 4.1.1. SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA..... | 55 |
| 4.1.2. RESULTADOS DO MAPEAMENTO E SETORIZAÇÃO DE RISCO | 59 |
| 4.1.2.1. RESULTADOS PARA CORRIDA DE MASSA..... | 65 |
| 4.1.3. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS | 74 |
| 4.1.3.1. SONDAGENS | 74 |
| 4.1.3.2. ENSAIOS DE GRANULOMETRIA | 79 |
| 4.1.3.3. ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO..... | 81 |
| 4.1.4. MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E PARÂMETROS PARA CÁLCULOS | 84 |
| 4.1.5. ANÁLISE DE ESTABILIDADE | 86 |
| 4.1.6. ANÁLISE POR BACIAS HIDROGRÁFICAS | 88 |

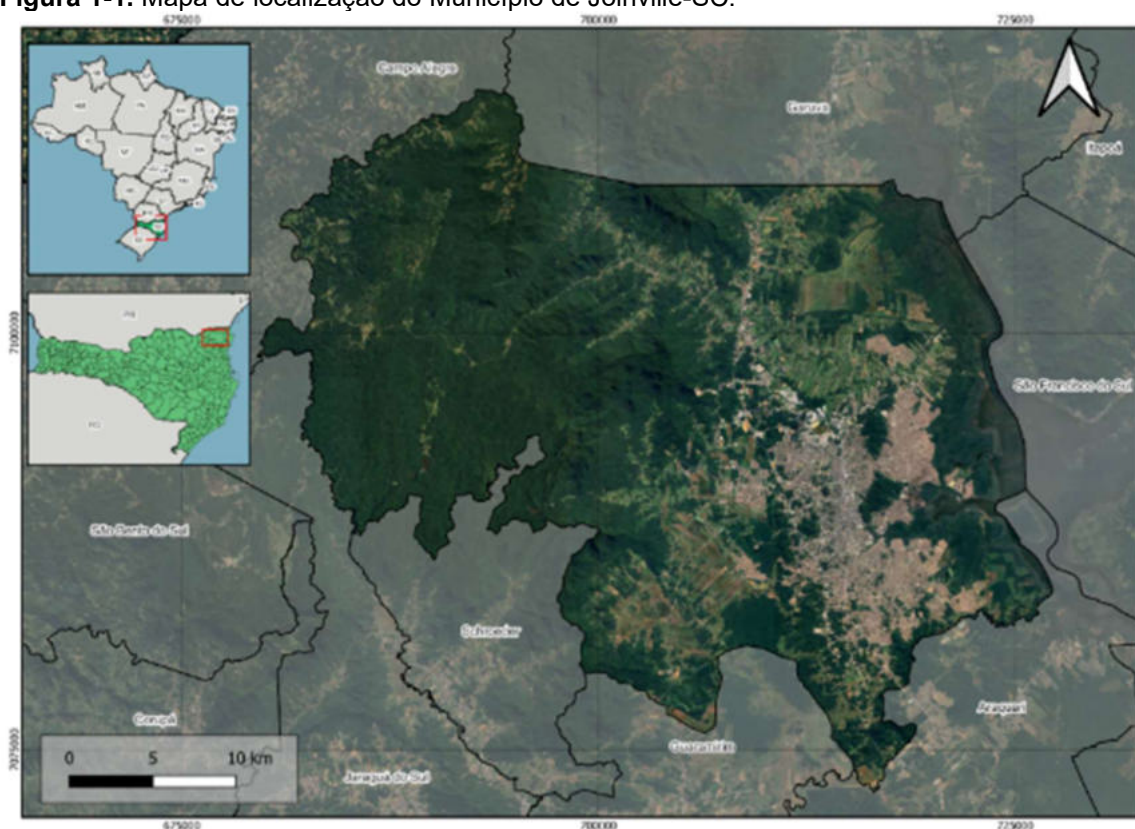
| | |
|---|-----|
| 4.2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS | 91 |
| 4.2.1. SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS HIDROLÓGICOS..... | 91 |
| 4.2.2. RESULTADOS DO MAPEAMENTO E SETORIZAÇÃO DE RISCO | 93 |
| 4.2.3. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM..... | 98 |
| 4.2.4. DESCRIÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS..... | 100 |
| 4.2.5. RESULTADOS OBTIDOS NO HISTÓRICO DE CHUVAS DO MUNICÍPIO | 108 |
| 4.2.6. RESULTADOS DA INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA NO MUNICÍPIO | 111 |
| 4.2.7. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DAS BACIAS DE INTERESSE | 113 |
| 4.2.8. USO DO SOLO E TAXAS DE IMPERMEABILIDADE (COEFICIENTE N)..... | 115 |
| 4.2.9. RESULTADOS DAS VAZÕES DOS SETORES DE INUNDAÇÃO | 117 |
| 4.2.10. RESULTADOS DO MAPEAMENTO E SETORIZAÇÃO DE RISCO | 126 |
| 4.2.11. CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO CRÍTICO DE DRENAGEM | 131 |
| 4.2.12. ANÁLISE POR BACIAS HIDROGRÁFICAS | 136 |
| 5. MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DE RISCO LOCAL | 136 |
| 5.1. MEDIDAS ESTRUTURAIS..... | 137 |
| 5.2. MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS | 140 |
| 6. EQUIPE TÉCNICA | 144 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 145 |
| ANEXOS | 147 |
| Anexo A Perfis individuais de sondagem | i |
| Anexo B Ensaio de cisalhamento direto | ii |
| Anexo C Ensaio de granulometria | iii |
| Anexo D Fichas GNSS..... | iv |
| Anexo E Análises de estabilidade | v |
| Anexo F Formulários de setores de risco | vi |
| Anexo G Mapas de áreas de contribuição e mapa das seções de estrangulamento | vii |

1. INTRODUÇÃO

Este documento técnico consiste no quarto produto do estudo em desenvolvimento para a Prefeitura Municipal de Joinville, com vistas à elaboração do Plano Municipal de Gestão de Riscos de Desastres (PMGRD). Tal estudo é respectivo ao contrato nº 1065/2023 celebrado entre a Prefeitura Municipal de Joinville e o Consórcio Nippon Koei LAC - Regea, constituído pelas empresas Nippon Koei Latin America-Caribbean Co., Ltd.; Nippon Koei Lac do Brasil Ltda., e Regea Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda, assinado em 06 de setembro de 2023, e com Ordem de Serviço datada em 02 de outubro de 2023.

O município de Joinville localiza-se na mesorregião do Norte Catarinense, Estado de Santa Catarina (**Figura 1-1**), e caracteriza-se como uma cidade grande, com população estimada no censo de 2022 em 616.317 habitantes e densidade demográfica de 546,41 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2022).

Figura 1-1. Mapa de localização do Município de Joinville-SC.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Como bem coloca o Termo de Referência de contratação do presente estudo, *o Município de Joinville apresenta situações ou atividades de riscos que podem acarretar impactos negativos para o meio ambiente e população residente*, onde são indicados como principais desastres, com base na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE (Instrução Normativa MI N°1, de 24/08/12): (i) Hidrológicos, (ii) Meteorológicos, (iii) Geológicos, (iv) Biológicos; (v) Tecnológicos; (vi) Climatológicos; e (vii) agregando um conjunto de outros desastres da COBRADE, os desastres agrupados como Oriundos da Degradação Ambiental e Mudanças Climáticas.

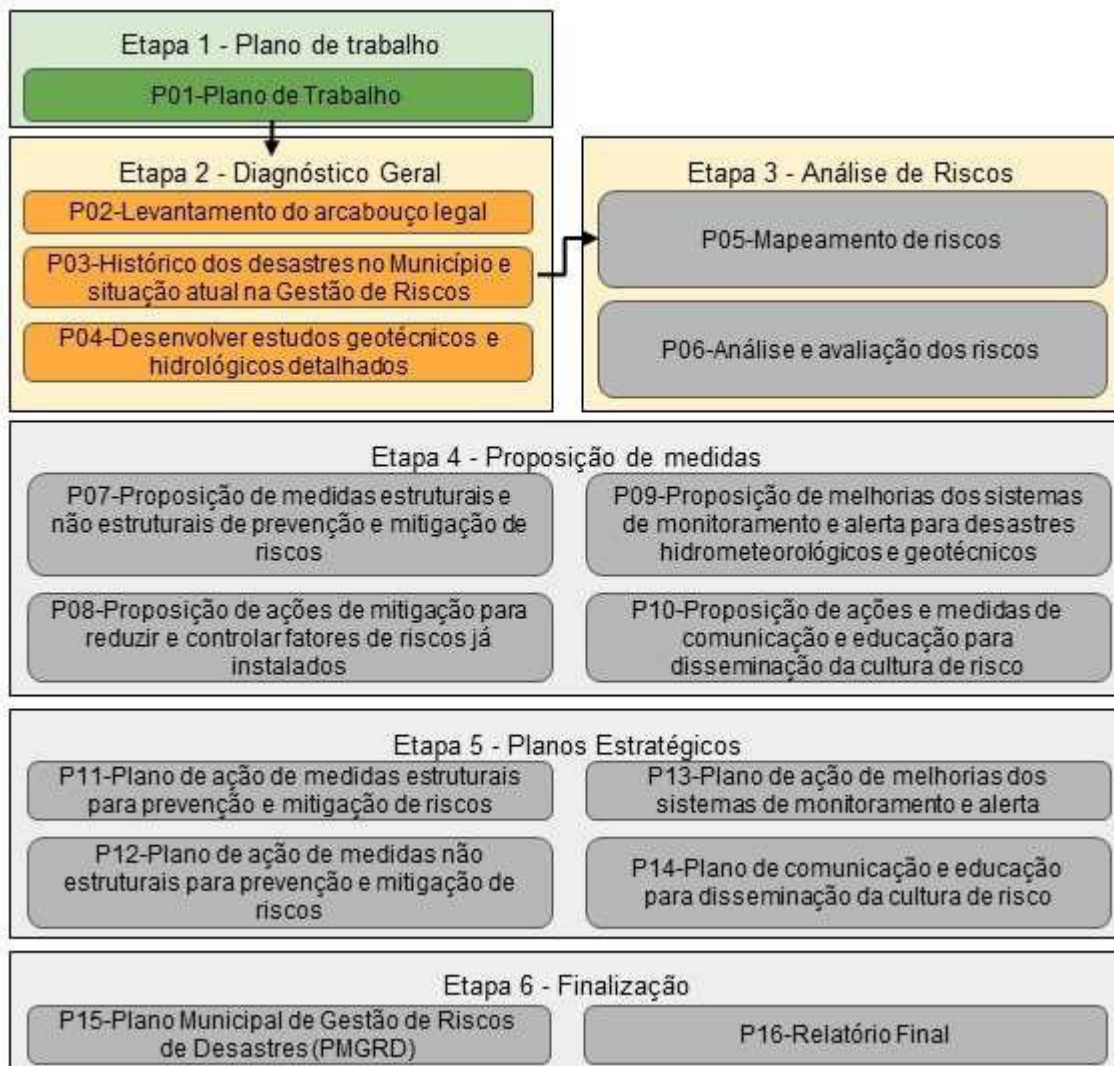
Ainda segundo o Termo de Referência, a elaboração do Plano Municipal de Gestão de Riscos de Desastres – PMGRD é necessária de forma a obter um diagnóstico das áreas com relação aos riscos de desastres, bem como o detalhamento das medidas necessárias para

evitar e prevenir sua ocorrência ou agir situações de desastres que possam causar danos e prejudicar o meio ambiente, impossibilitar o abastecimento de água da população e, principalmente, colocar em risco a vida das pessoas no município.

Um plano de gerenciamento de risco, então, pode ser organizado pelas fases de: (i) diagnóstico, que deve indicar medidas de como identificar os agentes causadores do risco e como evitar estes agentes, o (ii) prognóstico, que deve estimar como a condição evoluirá considerando os diversos fatores para o risco e, se possível, como desacelerar ou parar o perigo, a (iii) resposta dos órgãos competentes para reagir ao desastre, ditando como deve ser a organização dos sistemas necessários para a catástrofe e quanto tempo será necessário para conter o problema em questão, e por fim, (iv) a restauração e reconstrução após o evento catastrófico, analisando qual a melhor tática para, se possível, trazer a população novamente para a região e como melhorar as condições locais para possíveis novos desastres.

Para tanto, as atividades do projeto são divididas em etapas, e subdivididas em subetapas baseadas nos produtos, e em subdivisões baseadas nas tarefas para a entrega de cada produto, e para os tipos de desastres abordados no tema (**Figura 1-2**).

Figura 1-2. Fluxograma das etapas de execução do projeto.



Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Assim, este documento tem como objetivo apresentar o *Produto 4 – Estudo geotécnico e hidrológico detalhado para avaliação de necessidade e viabilidade de implantação de obras de contenção*, que se enquadra na fase de prognóstico, sendo terceiro produto entregue da Etapa II.

1.1. OBJETIVOS

Os estudos geotécnicos têm como objetivo orientar ações preventivas de gerenciamento de riscos, tais como, monitoramento e alerta da população em risco e o perigo iminente para a execução de obras preventivas de mitigação do risco hidrológico e geológico, contendo:

- Estudo de detalhe, envolvendo definição dos processos geológicos responsáveis pelo risco identificado em cada uma das áreas estudadas;
- Definição das características geométricas e propriedades geológico-geotécnicas dos materiais geológicos existentes em cada uma das áreas;
- Análise de estabilidade convencional (determinística), definindo o volume de material para os menores fatores de segurança obtidos, incluindo, no mínimo, dois furos de sondagem e análises laboratoriais de cisalhamento e granulometria para cada setor identificado;
- Levantamento do histórico de acidentes, através de pesquisa na Defesa Civil municipal e na mídia local;
- Estimativa do alcance máximo de movimentos de massa nestes locais, definindo, qualitativamente e com base na experiência precedente, quantos imóveis localizam-se neste limite; e
- Proposição de soluções de engenharia estruturais e/ou não estruturais, para mitigação do risco local.

Os estudos hidrológicos devem indicar o dimensionamento das seções de estrangulamento para as vazões correspondentes aos períodos de retorno 2, 5, 10, 25 e 50 anos, das 56 áreas de risco indicados pelo Serviço Geológico do Brasil (SBG previamente chamado de CPRM), contendo também, no mínimo:

- Uso do solo e taxas de impermeabilidade, características fisiográficas da bacia, pedologia e os problemas de inundação locais;
- Análise de Frequência de Chuvas e Vazões Máximas para o setor estudado;
- Caracterização físico-climática da Área de Estudo;
- Levantamento topográfico e caracterização dos dispositivos de drenagem existentes com a identificação dos pontos críticos;
- Mapeamento de Áreas inundáveis;
- Avaliação de propostas de mitigação de inundação, considerando medidas de controle estruturais e não-estruturais;

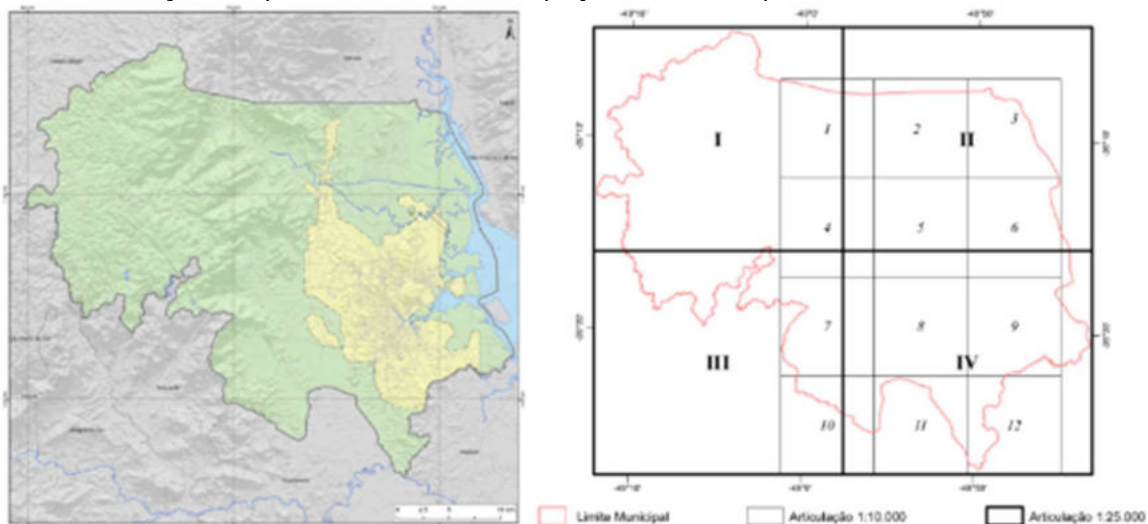
Esse produto traz o panorama geral de risco do município e, como tratado no Termo de Referência, servirá para orientar ações estruturais e não estruturais envolvidas no gerenciamento de riscos de desastres, as quais começarão a ser tratadas aqui, mas terão seus desdobramentos nas etapas de análise dos riscos e principalmente na etapa de proposição de medidas de gestão dos riscos.

2. METODOLOGIA

A elaboração dos estudos geotécnicos e hidrológicos deste produto baseou-se, principalmente na Carta de Setorização de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações de Joinville (SBG, 2018), na qual foram definidos 84 setores com risco geológico e 56 setores com risco de enchentes e inundações. Estes estudos foram realizados em 3 fases desdobradas conforme necessidade de aprofundamento, sendo então:

- **Primeira fase:** refere-se ao mapeamento de riscos geológicos e hidrológicos em escala de detalhe, com objetivo de atualizar a situação, desde os apontamentos do Serviço Geológico do Brasil, incluindo também algumas áreas de indicação de ocorrências recentes da Prefeitura Municipal de Joinville;
- **Segunda fase:** relaciona-se aos estudos de suscetibilidade de processos Geotécnicos e Hidrológicos, preparados em escalas de menor detalhe, seguindo as escalas de articulação apresentadas na **Figura 2-1**, apresentando juntamente as indicações dos inventários especializados dos desastres ocorridos; e
- **Terceira fase:** Compete aos levantamentos topográficos, de sondagem e de laboratório para o detalhamento.

Figura 2-1. Município de Joinville, à esquerda representação do município e o perímetro urbano (em amarelo). À direita a composição das escalas mínimas de trabalho, que variam em decorrência da articulação dos produtos de insumo do projeto fornecidos pelo SGB.



Fonte: Termo de Referência - SEI PMJ - 0016213948.

Esse produto traz o panorama geral de risco do município e, como tratado no Termo de Referência, servirá para orientar ações estruturais e não estruturais envolvidas no gerenciamento de riscos de desastres, as quais começarão a ser tratadas aqui, mas terão seus desdobramentos nos produtos seguintes, principalmente a partir da etapa de proposição de medidas.

Destarte, a metodologia do estudo engloba os seguintes procedimentos metodológicos, que serão detalhados nos capítulos subsequentes:

- Mapeamento:
 - Das situações de risco relacionadas a processos geológicos e hidrológicos, com descrições dos trabalhos de campo, em escala 1:3.000, visando à delimitação dos setores de risco;
- Investigações geotécnicas:
 - Sondagem a percussão (SPT);
 - Ensaio de granulometria;
 - Ensaio de cisalhamento direto;
- Análise de estabilidade;
- Cartas de suscetibilidade; e
- Apresentação de medidas de gestão elegíveis.

2.1. MAPEAMENTO

2.1.1. MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ESCALA DE DETALHE

Este item visou caracterizar as unidades de análise definidas e classificadas quanto a suscetibilidade de ocorrência de desastres, com checagens de campo tanto quanto as informações coletadas em ambiente de SIG, quanto com as informações que serão obtidas a partir do mapeamento de riscos das áreas apontadas como prioritárias pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB.

As áreas-alvo para avaliação dos riscos, foram selecionadas, inicialmente, a partir da publicação Setorização de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Joinville, Santa Catarina (SBG, 2018). A seguir são apresentados os setores de riscos alto e muito alto selecionados a partir dos apontamentos do SGB em 2018 (**Tabela 2.1.1-1**), devido ao tempo decorrido e a metodologia adotada, algumas das áreas da SBG precisaram ser agrupadas ou substituídas (apresentadas na **Tabela 2.1.1-2**), assim a Prefeitura Municipal indicou novas áreas-alvo para que a contratada realizasse a setorização de risco geológico, essas novas áreas-alvo apontadas estão apresentadas na **Tabela 2.1.1-3**, para totalizar as 84 áreas previstas em contrato. As indicações de áreas-alvo substituída foram registradas com a numeração a partir do número 141, destacando que a numeração de 85 a 140 se referem a áreas de riscos de processos hidrológicos.

Tabela 2.1.1-1. Descrição dos setores de riscos geológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018.

| Processo | Código do setor (CPRM) | Código do setor (REGEA) | Grau de Risco | Zona | UTM (E) | UTM (N) |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Corrida de Massa | SC_JOINVIL_SR_10_CPRM | JOI/010/COR | Muito alto | 22 | 716062 | 7094796 |
| Corrida de Massa | SC_JOINVIL_SR_15_CPRM | JOI/015/COR | Alto | 22 | 717392 | 7093446 |
| Corrida de Massa | SC_JOINVIL_SR_29_CPRM | JOI/029/COR | Alto | 22 | 717625 | 7089941 |

Tabela 2.1.1-1. Descrição dos setores de riscos geológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018.

| Processo | Código do setor (CPRM) | Código do setor (REGEA) | Grau de Risco | Zona | UTM (E) | UTM (N) |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Corrida de Massa | SC_JOINVIL_SR_71_CPRM | JOI/071/COR | Muito alto | 22 | 700884 | 7090053 |
| Corrida de Massa | SC_JOINVIL_SR_77_CPRM | JOI/077/COR | Muito alto | 22 | 706282 | 7098823 |
| Corrida de Massa | SC_JOINVIL_SR_83_CPRM | JOI/083/COR | Muito alto | 22 | 700210 | 7103570 |
| Corrida de Massa | SC_JOINVIL_SR_84_CPRM | JOI/084/COR | Muito alto | 22 | 698621 | 7106885 |
| Erosão | SC_JOINVIL_SR_78_CPRM | JOI/078/ERO | Muito alto | 22 | 706576 | 7099562 |
| Erosão | SC_JOINVIL_SR_79_CPRM | JOI/079/ERO | Muito alto | 22 | 706874 | 7099564 |
| Erosão | SC_JOINVIL_SR_81_CPRM | JOI/081/ERO | Muito alto | 22 | 706422 | 7100549 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_1_CPRM | JOI/001/ESC | Alto | 22 | 709861 | 7104864 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_2_CPRM | JOI/002/ESC | Alto | 22 | 709538 | 7098770 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_3_CPRM | JOI/003/ESC | Muito alto | 22 | 714514 | 7095635 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_4_CPRM | JOI/004/ESC | Alto | 22 | 714425 | 7095360 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_6_CPRM | JOI/006/ESC | Muito alto | 22 | 714715 | 7095418 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_7_CPRM | JOI/007/ESC | Muito alto | 22 | 715810 | 7094750 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_9_CPRM | JOI/009/ESC | Alto | 22 | 716010 | 7094730 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_11_CPRM | JOI/011/ESC | Alto | 22 | 717324 | 7094462 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_12_CPRM | JOI/012/ESC | Muito alto | 22 | 717358 | 7094089 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_13_CPRM | JOI/013/ESC | Alto | 22 | 717333 | 7093867 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_14_CPRM | JOI/014/ESC | Alto | 22 | 717464 | 7093563 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_16_CPRM | JOI/016/ESC | Muito alto | 22 | 717306 | 7093431 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_17_CPRM | JOI/017/ESC | Alto | 22 | 716915 | 7092978 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_18_CPRM | JOI/018/ESC | Muito alto | 22 | 716919 | 7092815 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_19_CPRM | JOI/019/ESC | Muito alto | 22 | 716829 | 7092607 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_20_CPRM | JOI/020/ESC | Alto | 22 | 716474 | 7092383 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_21_CPRM | JOI/021/ESC | Muito alto | 22 | 715964 | 7091604 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_22_CPRM | JOI/022/ESC | Alto | 22 | 717558 | 7091960 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_23_CPRM | JOI/023/ESC | Muito alto | 22 | 716902 | 7091734 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_24_CPRM | JOI/024/ESC | Muito alto | 22 | 717254 | 7091540 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_25_CPRM | JOI/025/ESC | Alto | 22 | 717341 | 7091500 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_26_CPRM | JOI/026/ESC | Muito alto | 22 | 717193 | 7091444 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_27_CPRM | JOI/027/ESC | Muito alto | 22 | 717376 | 7091377 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_30_CPRM | JOI/030/ESC | Alto | 22 | 717666 | 7089663 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_31_CPRM | JOI/031/ESC | Muito alto | 22 | 717470 | 7089623 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_32_CPRM | JOI/032/ESC | Alto | 22 | 717278 | 7089478 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_33_CPRM | JOI/033/ESC | Muito alto | 22 | 716861 | 7089261 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_35_CPRM | JOI/035/ESC | Muito alto | 22 | 712607 | 7089729 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_36_CPRM | JOI/036/ESC | Muito alto | 22 | 715738 | 7085577 |

Tabela 2.1.1-1. Descrição dos setores de riscos geológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018.

| Processo | Código do setor (CPRM) | Código do setor (REGEA) | Grau de Risco | Zona | UTM (E) | UTM (N) |
|----------------|------------------------|-------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_37_CPRM | JOI/037/ESC | Muito alto | 22 | 716720 | 7085543 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_39_CPRM | JOI/039/ESC | Alto | 22 | 716944 | 7085156 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_40_CPRM | JOI/040/ESC | Muito alto | 22 | 716763 | 7084886 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_41_CPRM | JOI/041/ESC | Alto | 22 | 716804 | 7084831 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_43_CPRM | JOI/043/ESC | Muito alto | 22 | 717043 | 7084501 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_45_CPRM | JOI/045/ESC | Muito alto | 22 | 717061 | 7083831 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_46_CPRM | JOI/046/ESC | Muito alto | 22 | 717074 | 7083756 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_47_CPRM | JOI/047/ESC | Alto | 22 | 716753 | 7083726 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_48_CPRM | JOI/048/ESC | Muito alto | 22 | 716181 | 7083534 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_49_CPRM | JOI/049/ESC | Alto | 22 | 719864 | 7082613 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_50_CPRM | JOI/050/ESC | Muito alto | 22 | 717865 | 7082661 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_51_CPRM | JOI/051/ESC | Alto | 22 | 717043 | 7082795 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_52_CPRM | JOI/052/ESC | Alto | 22 | 716937 | 7082570 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_55_CPRM | JOI/055/ESC | Muito alto | 22 | 717514 | 7081645 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_56_CPRM | JOI/056/ESC | Muito alto | 22 | 715184 | 7082583 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_57_CPRM | JOI/057/ESC | Alto | 22 | 715289 | 7082632 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_58_CPRM | JOI/058/ESC | Alto | 22 | 715613 | 7082754 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_59_CPRM | JOI/059/ESC | Alto | 22 | 715705 | 7082864 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_60_CPRM | JOI/060/ESC | Alto | 22 | 716391 | 7083277 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_62_CPRM | JOI/062/ESC | Alto | 22 | 713305 | 7085038 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_63_CPRM | JOI/063/ESC | Alto | 22 | 713301 | 7085595 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_64_CPRM | JOI/064/ESC | Muito alto | 22 | 712756 | 7085419 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_65_CPRM | JOI/065/ESC | Alto | 22 | 712405 | 7085390 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_66_CPRM | JOI/066/ESC | Alto | 22 | 712343 | 7085541 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_67_CPRM | JOI/067/ESC | Muito alto | 22 | 711793 | 7086174 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_68_CPRM | JOI/068/ESC | Muito alto | 22 | 710961 | 7089377 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_74_CPRM | JOI/074/ESC | Alto | 22 | 709389 | 7092399 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_75_CPRM | JOI/075/ESC | Alto | 22 | 709541 | 7092259 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_76_CPRM | JOI/076/ESC | Muito alto | 22 | 708197 | 7099327 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_80_CPRM | JOI/080/ESC | Muito alto | 22 | 707043 | 7099555 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_82_CPRM | JOI/082/ESC | Muito alto | 22 | 706478 | 7100559 |
| Rastejo | SC_JOINVIL_SR_34_CPRM | JOI/034/RAS | Muito alto | 22 | 716610 | 7089235 |
| Rastejo | SC_JOINVIL_SR_44_CPRM | JOI/044/RAS | Alto | 22 | 717191 | 7083839 |
| Rastejo | SC_JOINVIL_SR_54_CPRM | JOI/054/RAS | Alto | 22 | 717397 | 7082069 |
| Rastejo | SC_JOINVIL_SR_73_CPRM | JOI/073/RAS | Muito alto | 22 | 706636 | 7091572 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio (2023), a partir de dados da SBG (2018).

Tabela 2.1.1-2. Descrição dos setores de riscos geológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018, mas substituídas por áreas-alvo de maior relevância apontadas pela contratante.

| Processo | Código do setor (CPRM) | Motivos da substituição | UTM (E) | UTM (N) |
|----------------|------------------------|--|---------|---------|
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_5_CPRM | Agrupado com SR_4 | 714548 | 7095261 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_8_CPRM | Agrupado com SR_7 | 715882 | 7094771 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_28_CPRM | Obra de contenção realizada | 717592 | 7091229 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_38_CPRM | Obra de contenção realizada | 717143 | 7085379 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_42_CPRM | Talude distante da moradia | 716039 | 7084791 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_53_CPRM | Talude distante da moradia, com construção de muro de espera | 717190 | 7082458 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_61_CPRM | Talude distante da moradia, com construção de muro de espera | 714316 | 7083720 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_69_CPRM | Ocorreu retaludamento | 710593 | 7089937 |
| Queda | SC_JOINVIL_SR_70_CPRM | Agrupado com a SR_71 | 701385 | 7089909 |
| Escorregamento | SC_JOINVIL_SR_72_CPRM | Talude distante da moradia, com construção de muro de espera | 706894 | 7091399 |
| Escorregamento | JOI/144/ESC | Agrupado com SR_35 | 712394 | 7089925 |

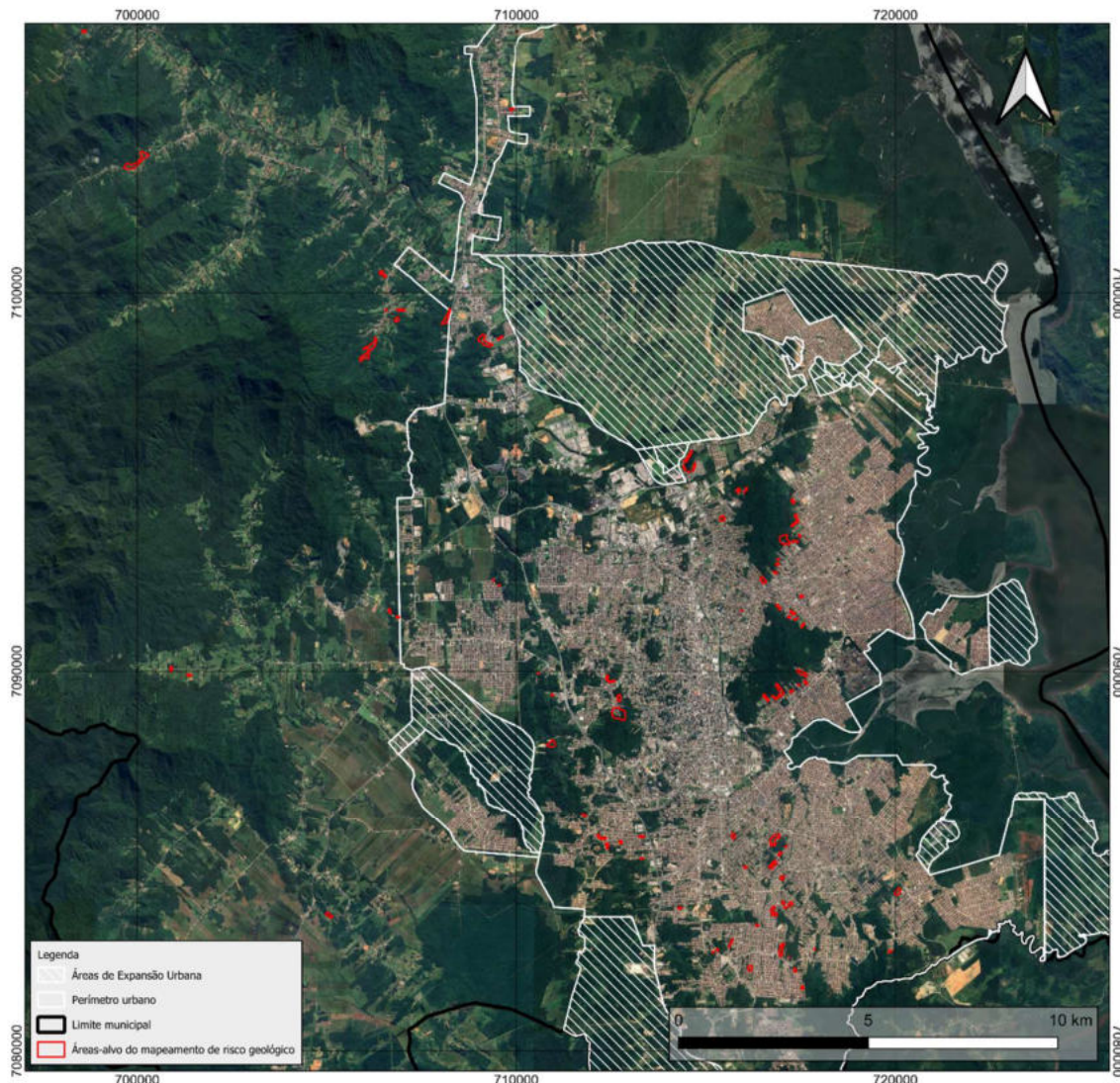
Fonte: Elaborado pelo Consórcio (2023).

Tabela 2.1.1-3. Descrição das áreas-alvo de riscos geológicos indicadas pela Defesa Civil Municipal.

| Processo | Código do setor (REGEA) | Zona | UTM (E) | UTM (N) |
|----------------|-------------------------|------|---------|---------|
| Escorregamento | JOI/141/ESC | 22 | 712704 | 7089288 |
| Escorregamento | JOI/142/ESC | 22 | 716177 | 7082225 |
| Escorregamento | JOI/143/ESC | 22 | 706864 | 7099314 |
| Escorregamento | JOI/144/ESC | 22 | 712394 | 7089925 |
| Escorregamento | JOI/145/ESC | 22 | 709172 | 7098864 |
| Escorregamento | JOI/146/ESC | 22 | 710880 | 7088098 |
| Escorregamento | JOI/147/ESC | 22 | 705022 | 7083549 |
| Escorregamento | JOI/148/ESC | 22 | 717051 | 7093453 |
| Escorregamento | JOI/149/ESC | 22 | 715512 | 7093988 |
| Escorregamento | JOI/150/ESC | 22 | 712760 | 7088936 |
| Escorregamento | JOI/151/ESC | 22 | 720130 | 7084195 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio (2023) a partir dos dados fornecidos pela Defesa Civil Municipal de Joinville.

Figura 2.1.1-1. Mapa de localização dos setores de riscos geológicos alto e muito alto apontados pelo Serviço Geológico do Brasil-SGB.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio (2023). a partir de dados do SGB (2018).

O método que foi adotado para a elaboração desta reavaliação e atualização do mapeamento das áreas de risco a escorregamentos do município está baseado em critérios e procedimentos para a setorização das áreas reconhecidas como de risco (BRASIL, 2007) e tem a finalidade de subsidiar o gerenciamento dos riscos, estabelecendo parâmetros técnicos e sociais em conjunto com o corpo técnico da Prefeitura Municipal de Joinville, a fim de promover maior segurança à população.

Os principais elementos de análise considerados incluem:

- Características morfológicas e morfométricas do terreno (altura e inclinação de vertentes e taludes – naturais, de corte e aterro);
- Materiais geológicos e perfil de alteração (solo residual, saprolito, rocha alterada, coberturas coluvionares);
- Estruturas geológicas (foliação, fraturas e outras discontinuidades geológicas);

- Evidências de movimentação (cicatrizes de escorregamentos, trincas no terreno, degraus de abatimento, inclinação de árvores);
- Cobertura do terreno (solo exposto, vegetação, culturas, lixo, entulho lançado e aterro); e
- Condições associadas às águas pluviais, concentração de águas superficiais e surgências d'água.

Nas áreas indicadas foram executados trabalhos de mapeamento de risco em escala 1:3.000 por meio de investigações geológico-geotécnicas de superfície, visando identificar os tipos de movimentos gravitacionais de massa (**Tabela 2.1.1-3**).

Tabela 2.1.1-3. Tipos de movimentos gravitacionais de massa.

| PROCESSOS | CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/ MATERIAL/ GEOMETRIA |
|---------------------------------|---|
| RASTEJO (CREEP) | <ul style="list-style-type: none"> • Vários planos de deslocamento (internos) • Velocidades muito baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada • Geometria indefinida |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Poucos planos de deslocamento (externo) • Velocidades médias (m/h) a altas (m/s) • Pequenos a grandes volumes de material • Geometria e materiais variáveis: |
| ESCORREGAMENTOS (SLIDES) | <ul style="list-style-type: none"> ○ PLANARES: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza ○ CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas ○ EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Sem planos de deslocamento • Movimento tipo queda livre ou em plano inclinado • Velocidades muito altas (vários m/s) • Material rochoso • Pequenos e médios volumes • Geometria variável: lascas, placas, blocos etc. |
| | <ul style="list-style-type: none"> ○ ROLAMENTO DE MATAÇÃO ○ TOMBAMENTO |
| | |
| CORRIDAS (FLOWS) | <ul style="list-style-type: none"> • Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) • Movimento semelhante ao de um líquido viscoso • Desenvolvimento ao longo das drenagens • Velocidades médias a altas • Mobilização de solo, rocha, detritos e água • Grandes volumes de material • Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas |

Fonte: Augusto Filho (1992).

Os trabalhos de investigações geológico-geotécnicas de superfície também visaram à identificação dos condicionantes dos processos de instabilização (**Tabela 2.1.1-4**).

Tabela 2.1.1-4. Tabelas dos condicionantes dos processos de instabilização.

| CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL |
|---|
| Talude natural, de corte, de aterro Altura dos taludes Distância das moradias com relação ao topo ou base dos taludes Declividade / Inclinação do talude Presença de estruturas em solo/rocha desfavoráveis Presença de blocos de rocha/matacões/paredões rochosos Presença de lixo/entulho |
| OCORRÊNCIA DE ÁGUA NO SETOR |
| Concentração de água de chuva em superfície Lançamento de água servida em superfície Presença de fossas, rede de esgoto, rede de água Surgências d'água Vazamentos |
| OCORRÊNCIA VEGETAÇÃO NOS TALUDES OU NO SETOR |
| Presença de árvores Presença de vegetação rasteira Presença de área desmatada Presença de área de cultivo |
| EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO |
| Presença de trincas na moradia Presença de trincas no terreno Presença de inclinação de árvores, postes, muros Presença de degraus de abatimentos Presença de cicatrizes de escorregamentos Presença de feições erosivas Presença de muros/paredes "embarrigados" |

Fonte: BRASIL (2007)

Os critérios de julgamento da probabilidade de ocorrência dos processos de instabilização do tipo escorregamento em encostas ocupadas, bem como os parâmetros analisados para o desenvolvimento dos trabalhos, são apresentados na **Tabela 2.1.1-5**. Os setores de risco R3 e R4 necessitam de intervenções estruturais significativas, como sistemas de drenagem completos e de obras de contenção que interferem na estabilidade dos taludes a fim de mitigar o risco. Os setores classificados como de risco R1 e R2 devem ser monitorados quanto ao aparecimento de evidências de movimentação, vistas no terreno e nas edificações, além de que intervenções estruturais como sistemas de drenagem devem ser adotados sempre que forem ausentes ou precários.

Tabela 2.1.1-5. Critérios utilizados para determinação das classes de risco de escorregamentos em encostas ocupadas.

| CLASSE DE RISCO | DESCRIÇÃO |
|---|---|
| SETOR DE MONITORAMENTO (RISCO 1 – BAIXO e RISCO 2 – MÉDIO) | Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de BAIXA À MÉDIA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. NÃO HÁ INDÍCIOS ou HÁ ALGUMA(S) EVIDÊNCIA(S) INCIPIENTES de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, É REDUZIDA OU QUASE NULA a possibilidade ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa. |

Tabela 2.1.1-5. Critérios utilizados para determinação das classes de risco de escorregamentos em encostas ocupadas.

| CLASSE DE RISCO | DESCRIÇÃO |
|-----------------------------|--|
| ALTO (RISCO 3) | Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de SIGNIFICATIVA(S) EVIDÊNCIA(S) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é PERFEITAMENTE POSSÍVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa. |
| MUITO ALTO (RISCO 4) | Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de MUITO ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamentos, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) SÃO EXPRESSIVAS E ESTÃO PRESENTES EM GRANDE NÚMERO E/OU MAGNITUDE . É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é MUITO PROVÁVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa. |

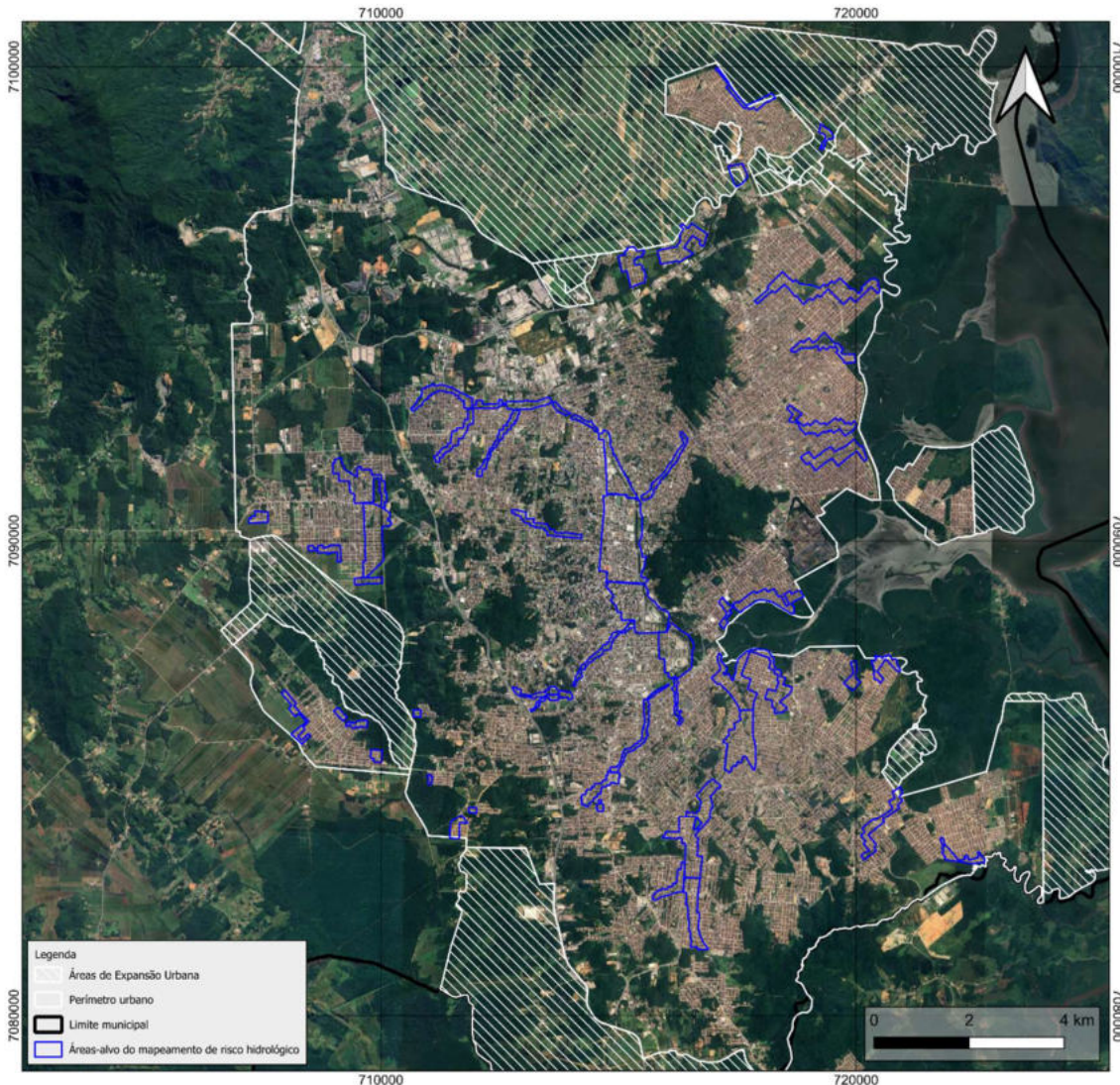
Fonte: BRASIL (2007)

2.1.2. MAPEAMENTO DE RISCOS HIDROLÓGICOS EM ESCALA DE DETALHE

Este item visou a caracterização das unidades de análise definidas e classificadas quanto a suscetibilidade de ocorrência de desastres, com checagens de campo tanto quanto as informações coletadas em ambiente de SIG, quanto com as informações que foram obtidas a partir do mapeamento de riscos das áreas apontadas como prioritárias pelo SGB.

A seguir são apresentados os setores de riscos alto e muito alto apontados pelo SGB, na **Figura 2.1.2-1** e **Tabela 2.1.2-1**.

Figura 2.1.2-1. Mapa de localização dos setores de riscos hidrológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio (2023), a partir de dados do SGB (2018).

Tabela 2.1.2-1. Descrição dos setores de riscos hidrológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018.

| Processo | Código do setor (CPRM) | Código do setor (REGEA) | Grau de Risco | Zona | UTM (E) | UTM (N) |
|-----------|------------------------|-------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_85_CPRM | JOI/085/INU | Muito alto | 22 | 709590 | 7091276 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_86_CPRM | JOI/086/INU | Muito alto | 22 | 709846 | 7090258 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_87_CPRM | JOI/087/INU | Muito alto | 22 | 707432 | 7090492 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_88_CPRM | JOI/088/INU | Alto | 22 | 708918 | 7089835 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_89_CPRM | JOI/089/INU | Muito alto | 22 | 709800 | 7089183 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_90_CPRM | JOI/090/INU | Muito alto | 22 | 710800 | 7086398 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_91_CPRM | JOI/091/INU | Alto | 22 | 708158 | 7086538 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_92_CPRM | JOI/092/INU | Alto | 22 | 709114 | 7086389 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_93_CPRM | JOI/093/INU | Alto | 22 | 709515 | 7086147 |

Tabela 2.1.2-1. Descrição dos setores de riscos hidrológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018.

| Processo | Código do setor (CPRM) | Código do setor (REGEA) | Grau de Risco | Zona | UTM (E) | UTM (N) |
|-----------|------------------------|-------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_94_CPRM | JOI/094/INU | Muito alto | 22 | 709859 | 7085470 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_95_CPRM | JOI/095/INU | Alto | 22 | 711044 | 7084958 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_96_CPRM | JOI/096/INU | Alto | 22 | 711966 | 7084297 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_97_CPRM | JOI/097/INU | Alto | 22 | 711566 | 7083971 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_98_CPRM | JOI/098/INU | Alto | 22 | 715279 | 7095736 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_99_CPRM | JOI/099/INU | Muito alto | 22 | 716336 | 7096005 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_100_CPRM | JOI/100/INU | Muito alto | 22 | 717577 | 7097880 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_101_CPRM | JOI/101/INU | Alto | 22 | 717984 | 7099224 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_102_CPRM | JOI/102/INU | Muito alto | 22 | 719332 | 7098386 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_103_CPRM | JOI/103/INU | Muito alto | 22 | 710687 | 7091919 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_104_CPRM | JOI/104/INU | Muito alto | 22 | 711400 | 7092856 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_105_CPRM | JOI/105/INU | Muito alto | 22 | 712473 | 7092245 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_106_CPRM | JOI/106/INU | Alto | 22 | 712534 | 709231 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_107_CPRM | JOI/107/INU | Muito alto | 22 | 713488 | 7092792 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_108_CPRM | JOI/108/INU | Muito alto | 22 | 713700 | 7092537 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_109_CPRM | JOI/109/INU | Muito alto | 22 | 714206 | 7091813 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_110_CPRM | JOI/110/INU | Muito alto | 22 | 714845 | 7091109 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_111_CPRM | JOI/111/INU | Muito alto | 22 | 715734 | 7090416 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_112_CPRM | JOI/112/INU | Alto | 22 | 713045 | 7090693 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_113_CPRM | JOI/113/INU | Muito alto | 22 | 715347 | 7086717 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_114_CPRM | JOI/114/INU | Muito alto | 22 | 713089 | 7086608 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_115_CPRM | JOI/115/INU | Muito alto | 22 | 713334 | 7086806 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_116_CPRM | JOI/116/INU | Muito alto | 22 | 713789 | 7087665 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_117_CPRM | JOI/117/INU | Muito alto | 22 | 714641 | 7088309 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_118_CPRM | JOI/118/INU | Muito alto | 22 | 715540 | 7084450 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_119_CPRM | JOI/119/INU | Alto | 22 | 714617 | 7084950 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_120_CPRM | JOI/120/INU | Muito alto | 22 | 714833 | 7086281 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_121_CPRM | JOI/121/INU | Muito alto | 22 | 715595 | 7086784 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_122_CPRM | JOI/122/INU | Muito alto | 22 | 715749 | 7086815 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_123_CPRM | JOI/123/INU | Muito alto | 22 | 716201 | 7087539 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_124_CPRM | JOI/124/INU | Muito alto | 22 | 716482 | 7082744 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_125_CPRM | JOI/125/INU | Muito alto | 22 | 716292 | 7082744 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_126_CPRM | JOI/126/INU | Muito alto | 22 | 716578 | 7081983 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_127_CPRM | JOI/127/INU | Muito alto | 22 | 716478 | 7083509 |

Tabela 2.1.2-1. Descrição dos setores de riscos hidrológicos alto e muito alto apontados pela SGB no ano de 2018.

| Processo | Código do setor (CPRM) | Código do setor (REGEA) | Grau de Risco | Zona | UTM (E) | UTM (N) |
|-----------|------------------------|-------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_128_CPRM | JOI/128/INU | Muito alto | 22 | 716872 | 7084767 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_129_CPRM | JOI/129/INU | Muito alto | 22 | 717334 | 7085704 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_130_CPRM | JOI/130/INU | Muito alto | 22 | 717580 | 7087074 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_131_CPRM | JOI/131/INU | Alto | 22 | 717299 | 7088585 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_132_CPRM | JOI/132/INU | Alto | 22 | 717968 | 7088795 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_133_CPRM | JOI/133/INU | Alto | 22 | 719306 | 7095332 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_134_CPRM | JOI/134/INU | Muito alto | 22 | 709497 | 7094139 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_135_CPRM | JOI/135/INU | Muito alto | 22 | 718858 | 7092356 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_136_CPRM | JOI/136/INU | Alto | 22 | 719074 | 7091698 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_137_CPRM | JOI/137/INU | Alto | 22 | 719913 | 7086992 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_138_CPRM | JOI/138/INU | Muito alto | 22 | 720453 | 7087421 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_139_CPRM | JOI/139/INU | Muito alto | 22 | 720388 | 7083998 |
| Inundação | SC_JOINVIL_SR_140_CPRM | JOI/140/INU | Alto | 22 | 721952 | 7083375 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio (2023), a partir de dados de SGB (2018).

Tal como a setorização que foi realizada para os movimentos de massa, os eventos hidrológicos de inundações e alagamentos foram mapeados e as áreas-alvo foram setorizadas de acordo com a metodologia definida em BRASIL (2007). Durante o processo de mapeamento e setorização de risco aos eventos hidrológicos, foram observadas as ocorrências de processos de erosão dos taludes marginais aos cursos hídricos (solapamento) em locais ocupados para identificação dos condicionantes de instabilização indicados na **Tabela 2.1.2-2**, que foram apontadas e, quando acarretarem risco imediato às edificações marginais, foram devidamente cartografadas e classificadas de acordo com seu risco a movimento de massa.

Tabela 2.1.2-2. Tabelas dos condicionantes dos processos de instabilização.

| CARACTERIZAÇÃO DAS MARGENS DE CÓRREGO |
|--|
| Tipo de canal (natural/sinuoso/retificado) |
| Distância da margem |
| Altura do talude marginal |
| Altura de cheias |
| Trincas na superfície do terreno |

Fonte: BRASIL (2007).

Para o mapeamento e setorização de risco a eventos hidrológicos, BRASIL (2007) define a classificação mediante a caracterização de três critérios: **Cenário do Processo Hidrológico (C)**, relacionado à energia cinética do sistema; **Vulnerabilidade (V)**, relacionada ao padrão construtivo das edificações do entorno afetadas pelo processo hidrológico; e **Periculosidade (P)**, que está relacionada à distância dos elementos sob risco em relação ao eixo do canal, indicando maior ou menor possibilidade de atingimento destes elementos pelos processos hidrológicos. Estes critérios são classificados de acordo com as definições expostas nas **Tabelas 2.1.2-3 e 2.1.2-4**, e seus resultados são analisados e classificados de acordo com as matrizes preliminar e final, definidas com base nas características do processo no setor delimitado.

Tabela 2.1.2-3. Cenários e códigos do processo hidrológico.

| PROCESSO HIDROLÓGICO | CENÁRIO |
|----------------------|---|
| C1 | Enchente e inundação lenta de planícies fluviais |
| C2 | Enchente e inundação com alta energia cinética |
| C3 | Enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido |

Fonte: adaptado de BRASIL (2007).

Tabela 2.1.2-4. Critérios para avaliação de vulnerabilidade e respectivos códigos.

| VULNERABILIDADE | CENÁRIO |
|-------------------|---|
| Alta (V1) | Baixo padrão construtivo, onde predominam moradias construídas com madeira, madeirite e restos de material com baixa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos. |
| Baixa (V2) | Médio a bom padrão construtivo, onde predominam moradias construídas em alvenaria, com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos. |

Fonte: adaptado de BRASIL (2007).

O perigo oferecido por esses processos, que são deflagrados principalmente pelas chuvas, trata-se da relação de distância das moradias ao eixo de drenagem, tendo que também que considerar o tipo de processo ocorrente na área e o raio de alcance do mesmo. Arelado a isso, a classificação da periculosidade oferecida pelo processo em relação à distância do canal está apresentada na **Tabela 2.2.2-5**.

Tabela 2.1.2-5. Classificação da periculosidade oferecida pelo processo em relação à distância do eixo da drenagem e respectivos códigos.

| PERICULOSIDADE | CENÁRIO |
|-------------------|--|
| Alta (P1) | Alta possibilidade de impacto direto, considerando o raio de alcance do processo. |
| Baixa (P2) | Baixa possibilidade de impacto direto, considerando o raio de alcance do processo. |

Fonte: adaptado de BRASIL (2007).

Após definidos os níveis relativos de risco pelos critérios supracitados, o risco pode ser definido obedecendo-se os arranjos apresentados a seguir, nas **Tabelas 2.1.2-6** e **2.1.2-7**.

Tabela 2.1.2-6. Grau de risco preliminar segundo arranjo entre cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.

| | C1 | C2 | C3 |
|-----------|-----------|-----------|------------|
| V1 | Médio | Alto | Muito Alto |
| V2 | Baixo | Médio | Alto |

Fonte: adaptado de BRASIL (2007).

As classes de risco resultantes e suas características estão apresentadas na **Tabela 2.2-7**.

Tabela 2.1.2-7. Grau de risco final, segundo arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem.

| C x V | P1 | P2 |
|----------------|------------|-----------|
| C1 x V1 | Médio | Baixo |
| C1 x V2 | Baixo | Baixo |
| C2 x V1 | Alto | Médio |
| C2 x V2 | Médio | Baixo |
| C3 x V1 | Muito Alto | Alto |
| C3 x V2 | Alto | Médio |

Fonte: adaptado de BRASIL (2007).

Os resultados obtidos por estes arranjos permitem a determinação da probabilidade de ocorrência (classificada de baixa a muito alta) de enchentes ou inundações, apresentada sob a forma de um grau de risco (classificado de R1 a R4), conforme demonstrado na **Tabela 2.1.2- 8**.

Tabela 2.1.2-8. Grau de probabilidade de ocorrência de instabilizações devido a enchentes ou inundações. C - Cenário do Processo Hidrológico; P - Periculosidade; V - Vulnerabilidade.

| CLASSE DE RISCO | DESCRIÇÃO |
|------------------------|--|
| BAIXO (RISCO 1) | <ul style="list-style-type: none"> • Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1); • Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2); • Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2); • Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2). |
| MÉDIO (RISCO 2) | <ul style="list-style-type: none"> • Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2); • Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2); • Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1); • Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1). |
| ALTO (RISCO 3) | <ul style="list-style-type: none"> • Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2); |

Tabela 2.1.2-8. Grau de probabilidade de ocorrência de instabilizações devido a enchentes ou inundações. C - Cenário do Processo Hidrológico; P - Periculosidade; V - Vulnerabilidade.

| CLASSE DE RISCO | DESCRIÇÃO |
|-----------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1); • Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2). |
| MUITO ALTO (RISCO 4) | <ul style="list-style-type: none"> • Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1). |

Fonte: adaptado de BRASIL (2007)

2.2. INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Esta etapa se refere às investigações de realizadas para a devida proposição de medidas de erradicação de riscos. Após o mapeamento de detalhe, com uma setorização dos riscos geológicos e hidrológicos, teve-se como subproduto um plano de investigação geotécnica. Neste, os setores tiveram suas seções críticas definidas para a realização de investigações geotécnicas e um controle topográfico das seções críticas, para efeitos de modelagem geotécnica.

As sondagens de simples reconhecimento com ensaio SPT foram realizadas com intuito de caracterizar os processos de risco identificados no mapeamento de detalhe, bem como oferecer condições de contorno para as soluções a serem propostas. A metodologia é a preconizada na Norma ABNT/NBR 6484/2020, para obtenção de parâmetros de resistência dos materiais que compõem o solo no entorno da área indicada.

Todavia, devido ao objetivo de análise destas sondagens, não foi utilizado o critério de paralisação no impenetrável estabelecido pela norma supracitada, quando este se encontrava mais profundo que 10m, pois é possível estabelecer correlações bem embasadas com análise de até 10 metros de profundidade.

Foram realizadas ao todo 168 sondagens SPT, distribuídas conforme caracterização prévia de cada área. A princípio, seriam executadas duas sondagens em cada setor. Entretanto, durante o mapeamento foram identificadas áreas de mais baixo risco, de pequenas dimensões ou com poucas edificações, de modo que, nessas áreas foi executada apenas uma sondagem, sendo as demais relocadas, com anuência da Prefeitura de Joinville, para áreas consideradas mais complexas. Essas sondagens realocadas não foram posicionadas visando à análise de estabilidade desse relatório, mas sim visando uma caracterização de unidades geotécnicas para a utilização na carta geotécnica de aptidão urbana do zoneamento de risco do município. Todos os perfis individuais das sondagens, mesmo as não utilizadas neste produto, estão apresentadas no **ANEXO A**.

Nesta etapa também foram coletadas 17 amostras para envio ao laboratório para ensaio de cisalhamento direto e granulometria, cujos resultados são apresentados nos **ANEXOS B e C**. Devido a ampla dificuldade em se obter amostras indeformadas em blocos, priorizou-se coletas com amostrador do tipo Denison. Essas análises foram otimizadas, com a caracterização geotécnica baseada em unidades homogêneas. A máxima profundidade de coleta foi de até dois metros.

Por fim, os levantamentos topográficos visaram caracterizar a morfologia do terreno de áreas-alvo a processos geológicos e hidrológicos, possibilitando a realização da elaboração de perfis geotécnicos para subsidiar os estudos de estabilidade. Foi elaborado com base em Modelo Digital de Terreno (MDT) de 2010, fornecido pela Prefeitura Municipal de Joinville, e com a aquisição de dados com uso preferencial de equipamento estacionado GNSS (*Global Navigation Satellite System*). O pós-campo trata a etapa de processamento e correção de dados, incluindo as cotas, pelo PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), esta correção é realizada gratuitamente no site do IBGE (ibge.gov.br em Serviço online para pós-processamento de dados GNSS), necessário para se obter uma boa precisão referenciada ao SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

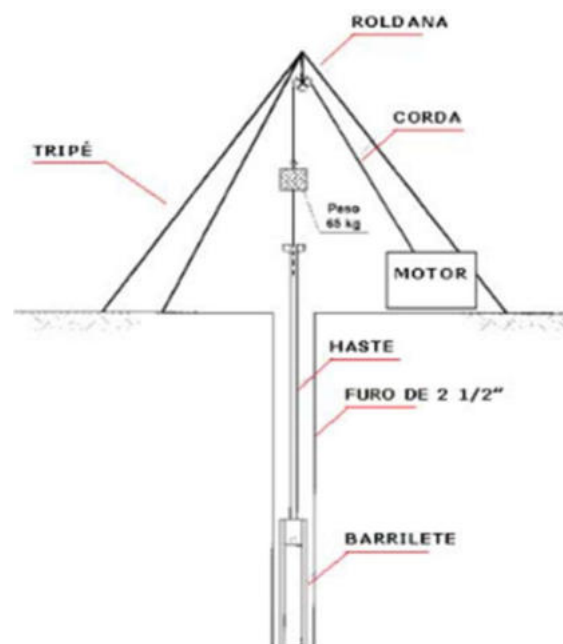
2.2.1. SONDAGEM – SPT

A sondagem a percussão é normatizada pela Norma ABNT NBR 6484/2020 – “Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio”, sendo o SPT, sigla em inglês para *Standard Penetration Test*, um ensaio para a determinação da resistência mecânica de solos.

As sondagens, de modo geral, visam o conhecimento do material de subsuperfície para os mais diversos fins. Na geotecnia, a técnica mais difundida para solos é a Sondagem a Percussão com ensaio SPT, que consiste no número de golpes que um peso de 65 kg, solto em queda livre de uma altura de 75 cm, exerce sobre uma composição de haste e barrilete amstrador para que ele penetre 45 cm no solo (**Figura 2.2.1-1** e **Figura 2.2.1-2**).

Todavia, devido ao objetivo de análise destes ensaios, não foi utilizado o critério de parada de impenetrável estabelecido pela norma supracitada, pois é possível estabelecer correlações bem embasadas com análise de até 10 metros de profundidade. Neste mesmo sentido, sempre que o impenetrável foi alcançado em profundidades rasas, como 3 metros, realizou-se, no máximo duas vezes, o deslocamento do furo ainda no limite da área em voga.

Figura 2.2.1-1. Arranjo esquemático dos equipamentos para a realização do ensaio SPT.



Fonte: Norma ABNT NBR 6484/2020.

Figura 2.2.1-2. Exemplos de locais selecionados para execução de sondagem


Área JOI-009 furo SPT01



Área JOI-016 furo SPT01



Área JOI-017 furo SPT01



Área JOI-019 furo SPT01

Os resultados obtidos com os números de golpes por metro perfurado indicam a compactidade e a consistência dos solos. Com base na Norma ABNT NBR 6484/2020, apresentada na **Tabela 2.2.1-1**, os resultados no **Capítulo 2** foram analisados e classificados.

Tabela 2.2.1-1. Estado de compactidade e consistência segundo ABNT 6484/2020

| Solo | Índice de resistência à penetração N | Designação ¹ |
|----------------------------|--|--------------------------|
| Areias e siltes arenosos | ≤ 4 | Fofa(o) |
| | 5 a 8 | Pouco compacta(o) |
| | 9 a 18 | Medianamente compacta(o) |
| | 19 a 40 | Compacta(o) |
| | > 40 | Muito compacta(o) |
| Argilas e siltes argilosos | ≤ 2 | Muito mole |
| | 3 a 5 | Mole |
| | 6 a 10 | Média(o) |
| | 11 a 19 | Rija(o) |
| | 20 a 30 | Muito rija(o) |

Tabela 2.2.1-1. Estado de compactidade e consistência segundo ABNT 6484/2020

| Solo | Índice de resistência à penetração N | Designação ¹ |
|------|--|-------------------------|
| | > 30 | Dura(o) |

¹ - As expressões empregadas para a designação da compactidade das areias (fofa, compacta, etc.) são referências à deformabilidade e à resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não podem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compactidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na mecânica dos solos.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

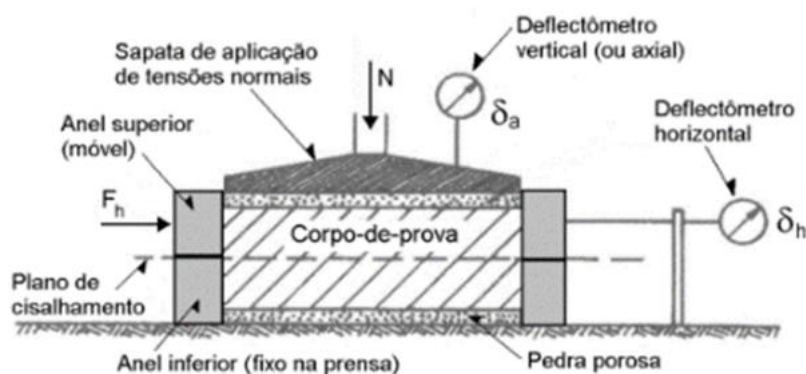
Para locação dos pontos onde seriam executadas as sondagens, primeiramente realizou-se um levantamento em campo dos aspectos do meio físico e das seções críticas das áreas-alvo. Por meio disto, constatou-se que algumas áreas-alvo não requerem obras de contenção e, conseqüentemente, não se justificou a realização de ensaios no local, resultando, então, em todo município, em 128 pontos de perfuração, formando 63 seções para análise de estabilidade. As demais sondagens não utilizadas para análise de estabilidade foram reposicionadas para a investigação e caracterização das unidades geotécnicas do município para dar suporte à elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão Urbana da Etapa de finalização do PMGRD.

2.2.2. ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO E ENSAIOS GRANULOMÉTRICOS

O ensaio de cisalhamento direto consiste na determinação de tensão cisalhante, sob tensão normal, capaz de gerar a ruptura da amostra de solo, a qual é colocada em caixa composta por duas partes deslocáveis entre si, sendo a de baixo fixa e a de cima móvel horizontalmente (Figura 2.2.2-1).

Figura 2.2.2-1. Amostra de solo em teste de cisalhamento direto.

N = força normal aplicada ao corpo-de-prova (constante);
 F_h = força horizontal cisalhante aplicada ao corpo-de-prova (variável);
 δ_a = deslocamento vertical (ou axial) do corpo-de-prova lido no deflectômetro;
 δ_h = deslocamento horizontal do corpo-de-prova lido no deflectômetro.



Fonte: Disponível em < bit.ly/3YJxqpB > Acesso em 16/08/2023

A realização deste ensaio permite obter os dados de tensão normal (δ) e tensão de cisalhamento (τ) que, marcados em sistema cartesiano, indicam ângulo de atrito (ϕ) e coesão (c) do material (CAPUTO, 1988). Devido ao fato de a amostra estar confinada na caixa, as mudanças de volume são medidas pelo mostrador de deformação vertical acoplado à peça superior (TERZAGHI *et. al.*, 1996). O ensaio pode ser realizado com amostra drenada ou não-drenada, sendo que para a primeira são utilizadas duas pedras porosas, uma acima e outra abaixo da amostra (CAPUTO, 1988).

Especificamente, o ensaio realizado no presente trabalho corresponde ao de cisalhamento direto não-adensado e não-drenado, visando a obtenção da coesão e do ângulo de atrito, aplicando pressões de 50, 100 e 200 kPa. Para a realização do mesmo, foram coletadas, as amostras indeformadas, por meio de amostrador Denison, nas proximidades de onde foram realizadas as sondagens (**Figura 2.2.2-2**). As amostras foram coletadas a uma profundidade de até dois metros, uma vez que se observou durante as inspeções de campo que o processo geológico predominante é de ruptura translacional rasa, sendo assim, a profundidade compatível com o material mais crítico a romper. Em maiores profundidades, foram utilizados dados por correlação com Nspt.

Figura 2.2.2-2. Alguns exemplos de coletas de amostras indeformadas.



Área JOI-030



Área JOI-047

Figura 2.2.2-2. Alguns exemplos de coletas de amostras indeformadas.



Área JOI-052



Área JOI-058

Os ensaios granulométricos foram realizados com base no procedimento do DNIT (2006). Segundo essa norma, a análise granulométrica consiste na determinação das porcentagens, em peso, das diferentes frações constituintes da fase sólida do solo. Para as partículas de solo maiores do que 0,075 mm (peneira nº 200 da ASTM) o ensaio é feito passando uma amostra do solo por uma série de peneiras de malhas quadradas de dimensões padronizadas. Pesam-se as quantidades retiradas em cada peneira e calculam-se as porcentagens que passam em cada peneira.

Com os resultados obtidos no ensaio de granulometria traça-se a curva granulométrica em um diagrama semi-logarítmico que tem como abscissa os logaritmos das dimensões das partículas e como ordenadas as porcentagens, em peso, de material que tem dimensão média menor que a dimensão considerada (porcentagem de material que passa). Essa metodologia adota a seguinte classificação granulométrica:

- Pedregulho: é a fração do solo que passa na peneira de (3") e é retida na peneira de 2,00 mm (nº 10);
- Areia: é a fração do solo que passa na peneira de 2,00 mm (nº 10) e é retida na peneira de 0,075 mm (nº 200);
- Areia grossa: é a fração compreendida entre as peneiras de 2,0 mm (nº 10) e 0,42 mm (nº 40);
- Areia fina: é a fração compreendida entre as peneiras de 0,42 mm (nº 40) e 0,075 mm (nº 200);
- Silte: é a fração com tamanho de grãos entre a peneira de 0,075 mm (nº 200) e 0,005 mm;
- Argila: é a fração com tamanho de grãos abaixo de 0,005 mm (argila coloidal é a fração com tamanho de grãos abaixo de 0,001 mm).

De maneira similar ao descrito nas sondagens, uma parte do escopo dos ensaios de cisalhamento e ensaio de granulometria foram utilizados para a caracterização de unidades geotécnicas, cuja aplicação se dará na Cartografia Geotécnica de Aptidão Urbana, base para o estudo de zoneamento municipal baseado nos riscos de desastre da Etapa de finalização do PMGRD.

2.2.3. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O levantamento foi conduzido utilizando um par de receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*), proporcionando agilidade na obtenção dos dados, controle de erros, precisão e acurácia das coordenadas e valores de cota. Posteriormente, essas informações foram espacializadas em plataformas de SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Os receptores GNSS utilizados, Rova1 são fabricados pela Ruide, empregando a técnica RTK (*Real Time Kinematic*), que consiste na combinação de dois receptores – uma estação base e outro móvel – ambos equipados com suas respectivas antenas e conectados por meio de um link de rádio para a transmissão das correções diferenciais (**Figura 2.2.3-1**).

Figura 2.2.3-1: Receptor GNSS Ruide Rova 1.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

A aquisição realizada com a técnica RTK (*Real Time Kinematic*) é uma abordagem de posicionamento que utiliza receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) para adquirir dados topográficos em tempo real, com alta precisão, mesmo quando comparada à técnica DGPS (PRADO & KRUEGER, 2003), mais comumente utilizada para navegação.

A metodologia técnica segue os seguintes passos:

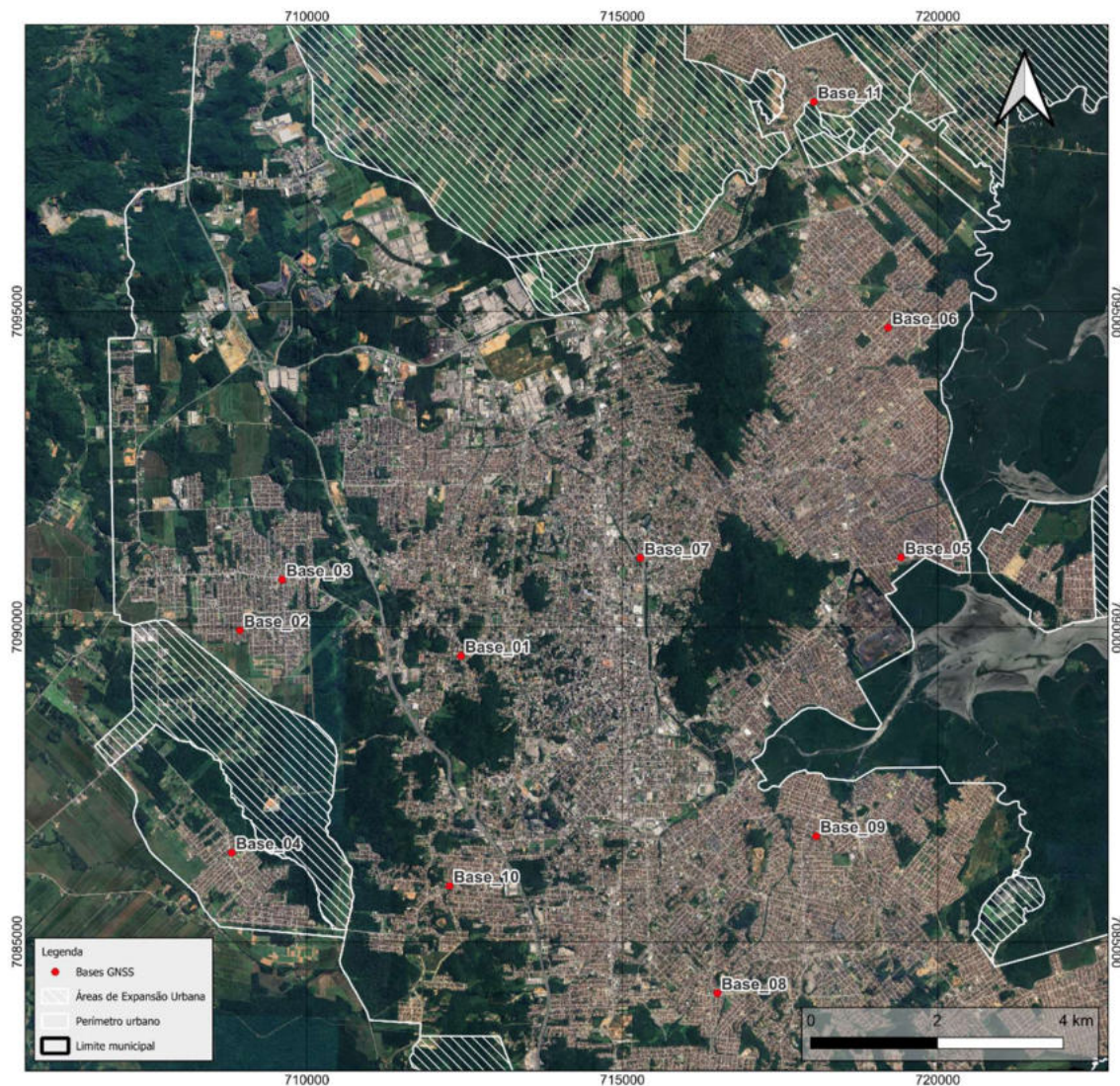
- **Estação Base e Receptor Móvel:** A metodologia RTK envolve o uso de pelo menos dois receptores GNSS. Um atua como estação base e o outro como receptor móvel. Ambos estão equipados com antenas receptoras.
- **Estação Base Estática:** A estação base é instalada em um ponto com coordenadas conhecidas, geralmente por um longo período de tempo, para garantir uma posição precisa. Esta estação rastreia os sinais dos satélites GNSS e calcula as correções diferenciais em relação às coordenadas conhecidas.
- **Receptor Móvel:** O receptor móvel é levado para o campo e usado para coletar dados topográficos. Ele também rastreia os sinais dos satélites GNSS, mas ao mesmo tempo recebe as correções diferenciais da estação base em tempo real.
- **Comunicação entre Estação Base e Receptor Móvel:** As correções diferenciais calculadas pela estação base são transmitidas para o receptor móvel geralmente por meio de um link de rádio.
- **Processamento em Tempo Real:** Com base nas correções diferenciais recebidas da estação base, o receptor móvel calcula sua posição em tempo real com maior precisão do que seria possível apenas com os sinais GNSS brutos.

- **Coleta de Dados:** Enquanto o receptor móvel se desloca pelo terreno, ele coleta dados topográficos, como coordenadas de pontos, altitudes e outras informações relevantes.
- **Pós-processamento:** Após a coleta de dados, estes serão pós-processados para melhorar ainda mais a precisão, utilizando o método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) que leva em consideração as correções diferenciais, detalhado no **Anexo D**, alcançando os parâmetros de precisão esperados.

Para referência espacial, foi adotado o datum SIRGAS 2000, oficialmente utilizado no Brasil, com coordenadas planas expressas em UTM 22S (*Universal Transversa de Mercator*).

O *Google Earth Pro* foi utilizado para o planejamento de acesso, rotas e posicionamento da base GNSS próxima as áreas de inundação e alagamento pré-selecionadas pela equipe de campo. O planejamento leva em consideração possíveis obstáculos que dificultem a obtenção dos dados como árvores, linhas de transmissão, torres de telefonia, prédios e maciços rochosos (**Figura 2.2.3-2**).

Figura 2.2.3-2: Mapa de localização das bases do GNSS.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

2.3. ANÁLISE DE ESTABILIDADE

Para a realização da análise da estabilidade dos taludes na seção crítica foram elaborados modelos geológico-geotécnicos a partir do *software* nanoCAD Free, com base nos dados da sondagem de simples reconhecimento e geometria do terreno, correlacionados com dados da geologia, geomorfologia e ensaios de laboratório. Em seguida foram definidos os parâmetros de entrada e propriedades dos materiais de cada camada do modelo, que foram processados no *software* HYRCAN para análise da estabilidade dos taludes com base no fator de segurança.

2.3.1. FATOR DE SEGURANÇA

Em maciço terroso, a forma mais comum de análise de resistência tem se dado através do critério de Mohr-Coulomb (FIORI & CARMIGNANI, 2009). Trata-se de um ajuste matemático linear que correlaciona a tensão cisalhante e tensão normal no plano de ruptura.

A segurança dos taludes foi determinada a partir de um número denominado fator de segurança (FS), uma razão entre as tensões resistentes ao cisalhamento (FR) e tensões atuantes que tendem a induzir a ruptura (FA). Estas forças são exatamente balanceadas, por isso dizemos que o fator de segurança é determinado a partir de análise do equilíbrio limite entre elas, ou seja:

Equação 1 – Equação do Fator de Segurança

$$FS = FR/FA$$

O método do equilíbrio limite é, na verdade, uma família de métodos que determina os fatores de segurança associados a superfícies potenciais de ruptura, assumindo que estas sejam cilíndricas com diretriz circular. A análise de estabilidade é realizada dividindo a massa delimitada pela superfície potencial de ruptura em lamelas verticais hipotéticas, considerando a interação entre elas. Este método admite que a resultante dos empuxos que age nas faces verticais de cada lamela seja horizontal.

A relação entre a somatória dos momentos ou forças atuantes (S FA) e a somatória dos momentos ou forças resistentes (S FR) ao movimento da massa, incidentes sobre o conjunto de lamelas indica que o maciço se encontra:

Estável se $S FR > S FA$ (FS maior que 1);

No equilíbrio se $S FR = S FA$ (FS igual a 1);

Instável se $S FR < S FM$ (FS menor que 1).

2.3.2. FATOR DE SEGURANÇA ADMISSÍVEL

O fator de segurança (FS) tem por objetivo compensar as incertezas naturais das diversas etapas da análise de estabilidade, além disso, o valor pode variar de acordo com o nível de segurança desejado contra danos a vidas humanas, materiais e ambientais, conforme **Quadros 2.3.2-1, 2.3.2-2 e 2.3.2-3**. No presente trabalho, as áreas de estudo estão localizadas em regiões com intensa movimentação e permanência de pessoas, com alto valor social e

patrimonial, fatores que condicionam nível de segurança alto contra a perda de vidas humanas, danos materiais e ambientais, portanto, o fator de segurança de 1,5 é definido como ideal para a análise da estabilidade dos taludes localizados nas áreas de estudo deste projeto.

Quadro 2.3.2-1. Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas.

| Nível de Segurança | Critérios |
|--------------------|--|
| Alto | Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, com edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego intenso |
| Médio | Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego moderado |
| Baixo | Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido |

Fonte: Adaptado de NBR 11682/2009.

Quadro 2.3.2-2. Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais

| Nível de Segurança | Critérios |
|--------------------|--|
| Alto | Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos. |
| Médio | Danos Materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: locais sujeitos a acidentes ambientais moderados |
| Baixo | Danos Materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos |

Fonte: Adaptado de NBR 11682/2009.

Quadro 2.3.2-3. Fatores de segurança mínimos para deslizamentos

| Nível de Segurança contra danos materiais e ambientais | Nível de segurança contra danos a vidas humanas | | |
|--|--|-------|-------|
| | Alto | Médio | Baixo |
| Alto | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Médio | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| Baixo | 1,4 | 1,3 | 1,2 |

Fonte: Adaptado de NBR 11682/2009.

2.4. SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA E PROCESSOS HIDROLÓGICOS

2.4.1. MOVIMENTOS DE MASSA E PROCESSOS EROSIVOS

As cartas de suscetibilidade aos processos geológicos são elaboradas a partir da combinação de diferentes variáveis, estas variáveis correspondem às características morfológicas, morfométricas, geológicas e de erodibilidade observadas no meio físico ao longo do município, e detalhadas nas suas unidades de análise delimitadas. Tais combinações entre variáveis são avaliadas no formato matricial, para classificar e atribuir níveis de suscetibilidade à ocorrência dos processos geodinâmicos. Ressalta-se que neste item são consideradas as seguintes codificações da COBRADE:

- **Deslizamento de solo e/ou rocha (1.1.3.2.1); e**
- **Corridas de massa de solo / lama (1.1.3.3.1).**

Para a classificação da suscetibilidade aos processos geológicos foram utilizadas as características de declividade do terreno, e suas curvaturas vertical e média, conforme indicado no **Quadro 2.4.1-1**.

A variável de declividade do terreno é a primeira e mais relevante variável utilizada para a classificação de suscetibilidade a processos geológicos, o **Quadro 2.4.1-2** a seguir, apresenta os valores de utilizados como referência para delimitar as classes de declividade, conforme proposto por SBG (2018), classificando cada intervalo de declividade em nula, baixa, média, alta e muito alta. O relevo também foi avaliado considerando as suas curvaturas médias, definida como a média aritmética da curvatura vertical (concava, convexa e plana) e da curvatura horizontal (divergente, convergente e plana). A curvatura representa o desvio da superfície local em relação a um plano tangente, e para a rotina selecionada se expressa a curvatura como a inversa do raio de curvatura da superfície em metros (1/m), sendo as positivas as convexas/divergentes e as negativas as concavas/convergente. Por fim vale destacar, que as análises envolvem sempre os pixels vizinhos no raster, e por isso a resolução de trabalho define os valores e como eles se comportam, e as quebras correspondem a uma análise local dos histogramas das curvaturas do universo observado, e as classes e quebras são apresentados no **Quadro 2.4.1-3**

Quadro 2.4.1-1. Variáveis utilizadas para análise de suscetibilidade a processos geológicos.

| Tipologia de risco | Variáveis |
|--------------------|--|
| Geológico | Declividade, Curvatura Vertical e Curvatura horizontal |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Quadro 2.4.1-2. Critérios de quebra de classes de declividade para análise da suscetibilidade a processos geológicos.

| Classe | Inclinação (°) | Declividade (%) |
|------------|----------------|-----------------|
| Nula | < 2 | < 3,5 |
| Baixa | 2 a 7 | 3,5 a 12,3 |
| Média | 7 a 15 | 22,3 a 26,8 |
| Alta | 15 a 22 | 26,8 a 40,4 |
| Muito Alta | > 22 | > 40,4 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Quadro 2.4.1-3. Critérios de quebra de classes de curvatura para análise da suscetibilidade a processos geológicos.

| Classe | Curvatura Vertical (1/m) | Curvatura Horizontal (1/m) |
|--------|--------------------------|----------------------------|
| Baixa | > -0,005 | > -0,001 |
| Média | -0,005 a -0,1 | -0,001 a -0,008 |
| Alta | <-0,1 | > -0,008 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Uma vez classificadas as três variáveis propostas, as suas classes foram combinadas em forma matricial. Em um primeiro momento, as classes de curvatura vertical e horizontal foram combinadas em classes de curvatura média (**Quadro 2.4.1-4**), cada a classe recebeu valores de 1 a 3, onde 1 corresponde às menores curvaturas, e 3 aos maiores valores de curvatura observados. Os resultados obtidos nesta matriz de perigo usam uma classificação numérica crescente, onde 1 representa menor perigo e 9 representa maior perigo.

Na sequência, os resultados obtidos na matriz do quadro 3.1.1-4 foram combinados às classificações de declividade do terreno, obtendo-se assim o **Quadro 2.4.1-5**. As classes de declividade receberam valores numéricos, onde a classe de declividade nula recebeu o valor 0 (zero), e as seguintes classes recebem valor de números primos em ordem crescente. Assim, foram obtidos valores de 0 a 99, os quais foram utilizados para a classificação de suscetibilidade para cada *pixel* da área de estudo.

Nos quadros a seguir, a cor cinza representa suscetibilidade classificada como nula, a cor verde representa suscetibilidade baixa, amarelo representa suscetibilidade média, laranja representa suscetibilidade alta, e em vermelho estão representadas as combinações classificadas como de suscetibilidade muito alta para processos geológicos.

Quadro 2.4.1-4. Matriz de classificação de curvatura média, a partir das classes de curvatura vertical e horizontal para análise da suscetibilidade a processos geológicos.

| Classe | CV-Baixa (1) | CV-Média (2) | CV-Alta (3) |
|--------------|--------------|--------------|-------------|
| CH-Baixa (1) | 1 | 2 | 3 |
| CH-Média (2) | 2 | 4 | 6 |
| CH-Alta (3) | 3 | 6 | 9 |

* CV – Curvatura Vertical; CH – Curvatura Horizontal.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Quadro 2.4.1-5. Matriz de perigo combinando classes de curvatura e declividade para análise da suscetibilidade a processos geológicos

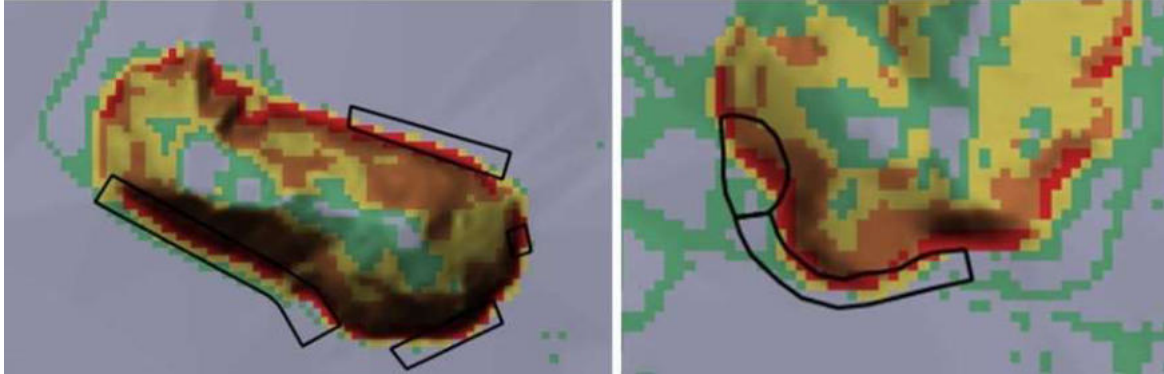
| Classe | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Declividade Nula (0) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Declividade Baixa (3) | 3 | 6 | 9 | 12 | 18 | 27 |
| Declividade Média (5) | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 45 |
| Declividade Alta (7) | 7 | 14 | 21 | 28 | 42 | 63 |
| Declividade Muito Alta (11) | 11 | 22 | 33 | 44 | 66 | 99 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

A partir dos valores obtidos no cruzamento das variáveis e na respectiva classificação espacial desses valores, as matrizes espaciais (formato *raster*) foram reclassificadas em cinco classes de suscetibilidade, nula, baixa, média, alta e muito alta. A validação destes resultados ocorreu após a sua comparação com os polígonos das áreas alvo indicadas para mapeamento, e com os pontos levantados no inventário de ocorrências de movimentos de massa

no município. A **Figura 2.4.1-1** ilustra os resultados obtidos após as etapas de classificação de suscetibilidade.

Figura 2.4.1-1. Exemplos de áreas com reclassificação matricial de suscetibilidade a processos geológicos com classes indicadas pelas cores de verde a vermelho. Polígonos na cor preta representam exemplos de áreas alvo indicadas para a etapa de mapeamento de risco geológico. Para visualização das áreas inclinadas, e comportamento do relevo do MDT, foi aplicado cores de classes sobre sombreamento do relevo.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Suscetibilidade a deslizamentos

Os dados espaciais de classificação de suscetibilidade a processos geológicos, elaborados em formato *raster*, foram reclassificados para regiões homogêneas do relevo, para tanto foram utilizadas as unidades básicas de compartimentação do relevo (UBCs), as quais receberam essa nova classificação. Este processo foi verificado e validado a partir das análises das classes de suscetibilidade que ocorrem dentro dos polígonos das áreas de mapeamento de riscos geológicos.

Ao avaliar as UBCs, observou-se que as áreas classificadas como planície possuem predominantemente *pixels* classificados como de suscetibilidade nula a processos geológicos, o valor corresponde a 82% dos *pixels*, uma vez que o MDT possui imperfeições, pontualmente.

Para proceder com a classificação de suscetibilidade a processos erosivos para regiões homogêneas, foram analisadas as distribuições das classes de suscetibilidade dentro das UBCs. Para as UBCs com suscetibilidade muito alta observou-se a presença de 7% ou mais de *pixels* classificados com suscetibilidade muito alta em seu interior, e para abranger as imperfeições do MDT considerou-se também a somatória das suscetibilidades alta e muito alta superior a 25% da área da UBC. As UBCs que apresentaram mais que 8% de sua área com suscetibilidade alta, e mais que 1% de sua área com suscetibilidade muito alta, foram classificadas como de suscetibilidade alta aos processos geológicos.

Seguindo os padrões observados, a classificação de suscetibilidade média foi atribuída para as UBCs quando mais que 8% de sua área apresente suscetibilidade média, ou ainda, quando a somatória das suscetibilidades média, alta e muito alta é superior a 12% da área. As UBCs com valores inferiores a 82% de sua área suscetibilidade nula foram reclassificadas com áreas de suscetibilidade baixa, e por fim, UBCs com áreas superiores a 82% de sua área com classificação de suscetibilidade nula receberam a classificação de UBC com suscetibilidade nula à ocorrência processos geológicos. A seguir, o **Quadro 2.4.1-6** apresenta um resumo dos critérios adotados para classificação das UBCs.

As classificações atribuídas às UBCs foram verificadas e validadas ao avaliar a localização das áreas alvo de mapeamento de riscos geológicos, bem como a avaliação da distribuição espacial do inventário de ocorrências. A **Figura 2.4.1-2** a seguir, ilustra os resultados obtidos

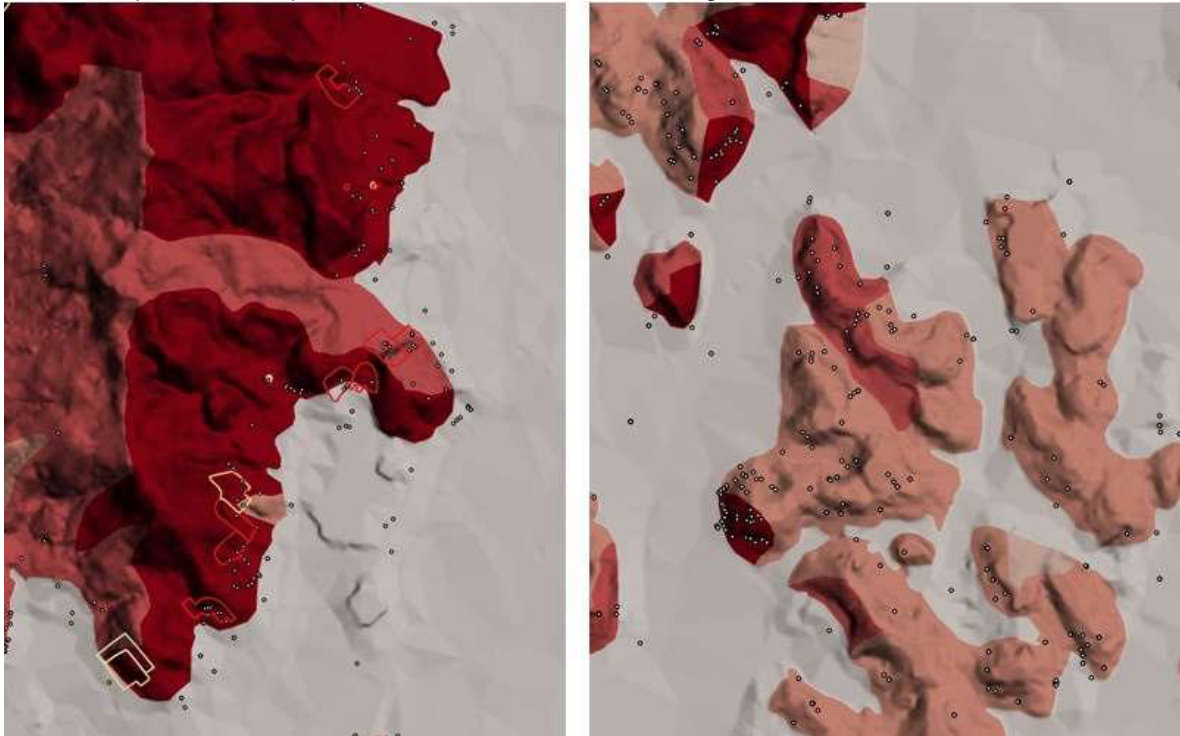
após as etapas de classificação de suscetibilidade à ocorrência de processos geológicos das UBCs. As classes são verificadas na ordem de muito alto para nula, assim, cada polígono avaliado (UBC), é testado se atende aos critérios da classe muito alta, os que não atendem os critérios, então é testado para a próxima classe, e assim sucessivamente até restarem apenas as classes nulas.

Quadro 2.4.1-6. Regras utilizadas para a classificação da suscetibilidade das UBCs.

| Classificação atribuída à UBC | Critérios de agrupamento |
|-----------------------------------|--|
| Suscetibilidade Muito Alta | >7% Muito Alta, ou >25% da soma de Muito Alta e Alta |
| Suscetibilidade Alta | >8% Alta, e >1% Muito Alta |
| Suscetibilidade Média | >8% Média, ou >12% da soma de Média, Alta e Muito Alta |
| Suscetibilidade Baixa | <82% Nulo |
| Suscetibilidade Nula | >82% Nulo |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 2.4.1-2. Exemplos de UBCs reclassificadas para a suscetibilidade a processos geológicos, onde os tons de vermelho mais escuros indicam maior suscetibilidade, polígonos indicando as áreas alvo de mapeamento, e pontos indicando as ocorrências registradas no inventário.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Para as aplicações nas etapas subseqüentes do produto, os dados de suscetibilidade foram adaptados ao formato de avaliação em 4 classes, considerando as classes nula, baixa e média, tal como classificadas previamente, porém agrupando as classes alta e muito alta em uma única classe, denominada alta. Tal adaptação foi adotada para a manutenção de uma mesma estrutura de análise entre as diferentes suscetibilidades avaliadas, e conseqüentemente, para as classificações das diferentes tipologias de desastres analisadas no projeto.

Suscetibilidade a corridas de massa

Os processos de corrida de massa (*debris flow*) apresentam diferentes condicionantes e mecanismos de deflagração, o alcance deste tipo de processo pode ser maior que dos demais eventos geológicos, o que aponta a necessidade de uma avaliação específica para este tipo

de processo. Estes podem se referir a atingimentos em área plana de um único escorregamento de grande porte da encosta, e medir a possibilidade de atingimento do processo, e não a área de deflagração. Contudo, também pode ser encarado como a corrida de detritos, quando sedimentos de escorregamentos múltiplos ou generalizados são transportados ao longo de talvegues e cursos d'água promovendo atingimento em grande escala, e de potencial catastrófico.

Para realizar a modelagem das possíveis corridas de massa no município, utilizou-se o programa computacional *RAMMS:Debrisflow (Rapid Mass Movement Simulation)*, para gerar modelos de simulação mecânica de fluidos, e assim simulando a corrida de massa com comportamento de um fluido em um determinado local. Este programa permite a simulação de corridas de massa em terrenos complexos, levando em consideração as características geomorfológicas do terreno, e o comportamento do fluido que poderá ser transportado ao longo de um canal ou bacia, estimando seu alcance e poder destrutivo.

Assim como nos demais processos geológicos, a simulação das corridas de massa depende da qualidade do dado de entrada do MDT, no presente trabalho foi utilizada base de MDT com resolução espacial de 30m. Além dos dados que descrevem a superfície do terreno, são utilizados os dados de entrada de caracterização dos materiais e do processo geológico avaliado. Para as demais variáveis de entrada do modelo simulado para as corridas de massa foram adotados os seguintes valores, conforme **Quadro 2.4.1-7**.

O método permite uma abordagem de avaliação local de detalhe a partir de hidrogramas que simulam localmente (cada bacia) a dinâmica dos fluxos hidráulicos (laminar, turbulento e subterrâneo), e as respostas destes fluxos nos processos de erosão (erosão laminar, sulcos, ravinamento e erosões internas/*piping*), contudo nesta abordagem, um extenso trabalho de campo é exigido para que a topografia permita revelar os tipos de fluxo, e a reologia identificar os efeitos nos processos de erosão. E admite estimativas a partir de deslizamentos, em duas frentes, desenhando cicatrizes em retroanálises em escalas de detalhe, ou avaliando-se áreas fontes de deslizamentos (e consequentes erosões na massa mobilizada), em uma abordagem de escala mais bem adequada ao semidetalhe, em situações sem possibilidade de retroanálise.

A modelagem para a simulação das corridas de massa no âmbito do PMGRD e escala pretendida, apresenta algumas limitações de aquisição de dados, como a ausência de parâmetros reológicos acurados nas áreas fonte, que por sua vez não permitiu uma simulação precisa dos processos de erosão ao longo das áreas fonte e de transporte, bem como, a ausência de dados de hidrograma para todas as áreas dentro de uma bacia analisada também impede um detalhamento maior dos processos.

Cabe ao geotécnico a avaliação da maior contribuição nos sedimentos transportados, terem origem em processos erosivos (movimentos de massa em meios hidráulicos), ou de processos de deslizamentos (movimentos gravitacionais de massa), fato que ocorre sempre uma sinergia entre os tipos, contudo avalia-se que numa área de escarpa (Kanji *et al.*, 2008) admite-se que a proveniência maior ocorra a partir de deslizamentos.

Na abordagem com foco nos deslizamentos, para escalas de semidetalhe, a modelagem permite a entrada de dados de escalas maiores, para a solução de problemas, como a definição de suscetibilidade de área fonte, área de transporte e características gerais das encostas, como espessura média do solo, e das cicatrizes e proporção de atingimento de uma área suscetível fonte, para estimativa dos volumes de solo a ser transportado, definindo as áreas de atingimento, e espessura das camadas.

A área total do município foi subdividida em três diferentes domínios, os quais não apresentam influência entre si para os processos de corrida de massa, essa subdivisão ocorreu para melhorar a eficiência da simulação das corridas de massa. A **Figura 2.4.1-3** apresenta os

domínios utilizados nas simulações e destaca as bacias que apresentam geometria com propensão a este tipo de evento.

As áreas fonte, ou zonas de deflagração, foram indicadas a partir do mapa de suscetibilidade a corridas de massa, este mapa apresenta é descrito a partir de um raster com classificações que seguiram a seguinte sequência para a sua construção: a) seleção de todos os *pixels* com classificação alta ou muito alta suscetibilidade; b) formação de polígonos a partir destes *pixels*; c) suavização dos limites destes polígonos; e d) seleção dos polígonos com área acima do percentil de 90%, ou seja, os 10% maiores polígonos de cada bacia avaliada. A seguir, as simulações foram desenvolvidas considerando 5 diferentes cenários, variando os dados da componente de viscosidade de fluxo turbulento (X_i) para os seguintes valores: 200, 400, 600, 800 e 1.000m²/s.

As áreas com suscetibilidade a processos de corrida de massa foram divididas em dois grupos de acordo com a sua curvatura horizontal, foram separadas zonas com curvatura divergente, como as áreas de morros isolados, e em zonas de curvaturas convergentes, o exemplo de vales fechados, talwegues ou anfiteatros. Isso se deve ao fato de que em zonas divergentes espera-se que os volumes mobilizados em diferentes escorregamentos não se somem, enquanto em zonas convergentes é esperado que os volumes mobilizados em escorregamentos se somem, aumentando o volume e o alcance final do material mobilizado.

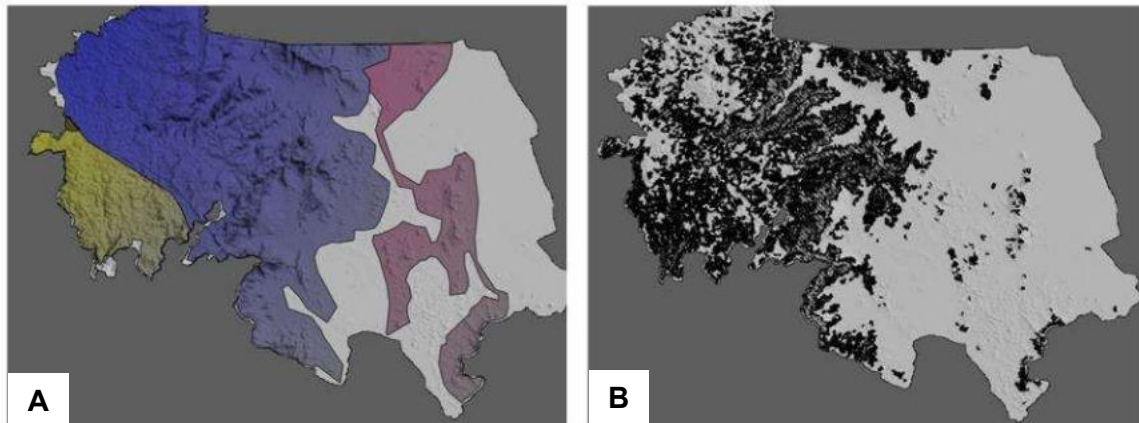
Baseado em trabalhos desenvolvidos pelo Consórcio em áreas de Serra do Mar, e corroborado por dados de bibliografia como Wolle (1998) e Kanji *et al.* (2008), foi utilizado o valor de espessura média de 2m de cobertura de solo para mobilização em escorregamentos. Em zonas convergentes os volumes mobilizados se somam, porém, realizou-se um ajuste considerando que historicamente em corridas de massa foi registrado a presença de cicatrizes no máximo 15% das áreas fonte, assim, o valor de 2m de espessura foi corrigido para 0,3m em zonas convergentes, representando assim em volume os 15% registrados em área.

Quadro 2.4.1-7. Parâmetros de entrada utilizados nas simulações de corrida de massa.

| Parâmetros de entrada | Valores adotados |
|---|--|
| Tempos (t) | 1.000s; 5.000s |
| Intervalos de tempo (δt) | 5s; 25s |
| Densidade (ρ) | 2.000 kg/m ³ |
| Angulo de atrito ($\text{atan}(\mu)$) | 17° ($\mu = 0,3$) |
| Turbulência (X_i) | 200 – 1.000 m ² /s (intervalos a cada 200m ² /s) |
| Resolução (<i>Pixel</i>) | 30m |
| Espessura de escorregamentos | 0,3 – 2,0m |
| Limite de momentum | 5% |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 2.4.1-3. A) Subdivisão da área do município em domínios independentes quando analisados processos de corrida de massa; **B)** Destaque para as áreas que apresentam geometria propensa a processos de corrida de massa.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

As simulações de corridas de massa foram realizadas adotando as variáveis indicadas no **Quadro 2.4.1-7**, utilizando um tempo total de 1.000 segundos (equivalente a 16 minutos e 40 segundos), com intervalos de análise a cada 5 segundos. Diante da bibliografia citada e dos projetos executados em contextos similares em áreas da Serra do Mar, adotou-se o valor de $600\text{m}^2/\text{s}$ para a viscosidade do fluxo turbulento de uma corrida de massa. Baseando-se na distribuição dos dados em histograma, bem como no potencial destrutivo de uma corrida de massa, foram estipuladas classes de suscetibilidade entre nula, baixa, média e alta, conforme detalhado no **Quadro 2.4.1-8** a seguir.

Quadro 2.4.1-8. Regras utilizadas para a classificação da suscetibilidade a corridas de massa.

| Classificação atribuída à UBC | Nível de Atingimento |
|-------------------------------|----------------------|
| Suscetibilidade Nula | <0,01m |
| Suscetibilidade Baixa | 0,01m a 0,50m |
| Suscetibilidade Média | 0,50m a 2,0m |
| Suscetibilidade Alta | >2,0m |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

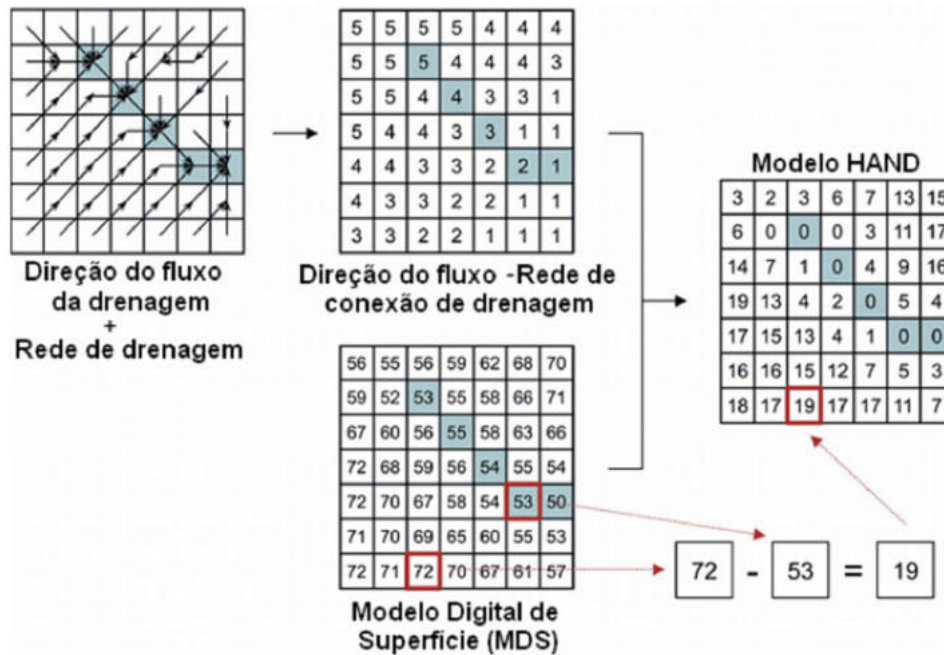
2.4.2. SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS HIDROLÓGICOS

A carta de suscetibilidade se torna uma ferramenta relevante na gestão de riscos e desastres, pois elucida diversos cenários e suas possíveis consequências, sendo um instrumento produzido através de cálculos estritamente computacionais, contudo, utilizando também dados empíricos. Na presente análise utilizou-se o modelo HAND, tendo como foco o COBRADE de **Inundações (1.2.1.0.0)** - o qual foi analisado de duas maneiras distintas, sendo com e sem influência da elevação de maré, este último tendo em vista o aumento dos níveis dos afluentes sentindo jusante – montante, gerando, então, duas cartas.

O modelo HAND (Height Above the Nearest Drainage – altura acima da drenagem mais próxima), desenvolvido pelo INPE (2015), é uma normalização das classes de um arquivo raster, para a máxima cota onde a drenagem pode alcançar a partir do desencadeamento de uma inundação, alagamento ou enchente, corrigindo uma topografia para esses parâmetros e gerando uma carta de suscetibilidade a esses processos.

Dando continuidade, o índice normalizado do modelo é calculado a partir da subtração dos valores das células (pixels) A e B, onde A é a célula que corresponde à montante, ou seja, o ponto mais alto da drenagem, e B, onde a célula corresponde à jusante, ou seja, o ponto mais baixo da drenagem ao encontrar com outros cursos d'água (**Figura 2.4.2-1**).

Figura 2.4.2-1. Esquema de cálculo do modelo Hand.



Fonte: Rennó, 2008 apud Mengue *et al.* 2016.

Para o cálculo, foi utilizada a análise estatística dos dados de marégrafo de Joinville em relação ao tempo de retorno do PDDU (Plano Diretor de Drenagem Urbana) (**Tabelas 2.4.2-1 e 2.4.2-2**).

Tabela 2.4.2-1. Estatística de marégrafos de Joinville.

| Mínimo | Média | Média + Desvio padrão |
|--------|-------|-----------------------|
| 0cm | 110cm | 210cm |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio com base no PDDU.

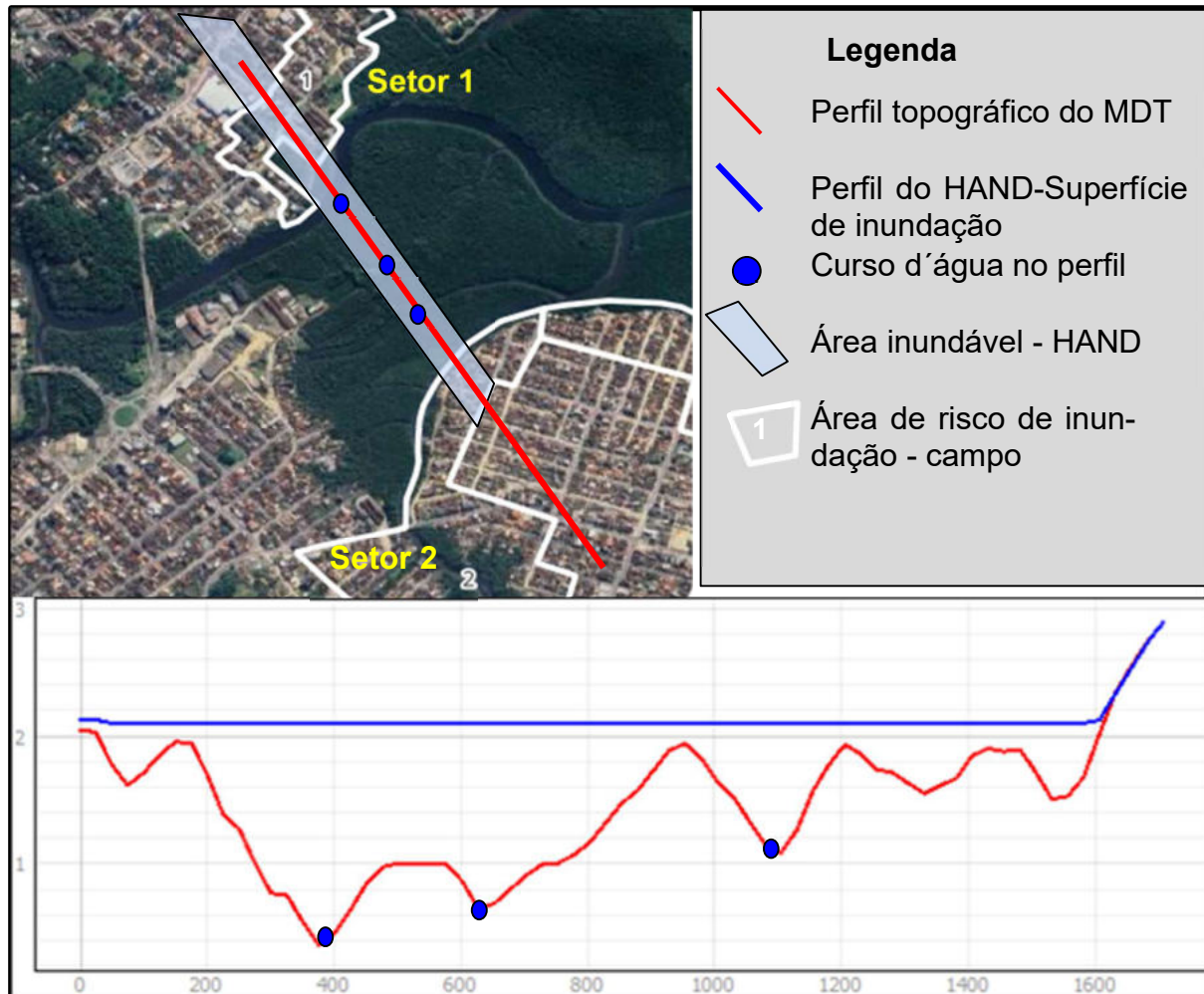
Tabela 2.4.2-1. Dados com base no Tempo de Retorno.

| Tempo de retorno (anos) | HAND (cm) | Suscetibilidade |
|-------------------------|-----------|-----------------|
| 5 | 50 | Alta |
| 10 | 110 | Média |
| 25 | 190 | Média |
| 50 | 260 | Baixa |
| >50 | >261 | Nula |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

A partir da análise do HAND é possível fazer a relação com o mapeamento realizado *in loco*. O setor 1 (**Figura 2.4.2-2**), cujo nível de inundação é cerca de 0,5m, em comparação ao HAND com o mesmo valor. Da mesma forma, o setor 2, cujo mapeamento apresenta um nível de atingimento de 1,0m, acompanhando o valor de retorno do HAND.

Figura 2.4.2-2. Apresentação dos setores 1 e 2, mostrando diferenças entre o mapeamento de campo (escala de detalhe), e as superfícies de inundação definidas pelo HAND a partir do MDT, escala de semidetalhe, e o perfil topográfico do MDT, e a relação da superfície de inundação.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio

2.5. UNIDADES GEOTÉCNICAS E A CARTA GEOTÉCNICA

A Carta geotécnica é prevista no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (Lei 12.608/2012), com o objetivo de indicar as aptidões de uso de áreas frente aos desastres naturais e a seus processos geradores, tais como movimentos de massa nas encostas, tanto na forma de deslizamentos quanto na erosão do solo, e eventos destrutivos de natureza hidrológica. Também são incorporadas nas cartas geotécnicas características de fragilidades ambientais relacionadas à ocupação e ao meio físico, além de identificação de áreas de preservação permanente, relacionados a cursos de água superficial e subterrânea.

A carta geotécnica é produto do mapeamento, análise e classificação dos riscos em escala de detalhe. A elaboração da carta geotécnica de risco depende diretamente dos ensaios laboratoriais. As unidades geotécnicas que a carta deverá apresentar deve ser caracterizada com as informações desse relatório de detalhamento, e constam na apresentação do modelo geológico-geotécnico e parâmetros para cálculos. Contudo destaca-se desde já, que a carta

geotécnica de aptidão urbana, insumo do item de Proposta de zoneamento para o gerenciamento dos riscos de desastres, da etapa IV de finalização dos produtos.

2.6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ESTRUTURAIS

Segundo a Estratégia Internacional de Redução de Desastres da ONU, medidas estruturais são obras e serviços de engenharia para reduzir ou evitar possíveis impactos de perigos, ou a aplicação de técnicas de engenharia para alcançar a resistência e a resiliência em comunidades, estruturas ou sistemas (UNISDR, 2009).

A partir da identificação das situações de risco e setorização dos graus de risco das áreas mapeadas, podem ser indicadas alternativas de intervenções para a redução dessas condições. A seleção dos tipos de intervenções estruturais mais apropriados à solução e/ou minimização das situações de risco tem como objetivo orientar a execução de um conjunto de obras de engenharia e intervenções de cunho urbanístico, a serem desenvolvidas a curto e médio prazo.

Já as medidas não-estruturais correspondem àquelas que “não empregam construções físicas e que aplicam o conhecimento, as práticas e os acordos existentes para reduzir o risco e seus impactos, especialmente através de políticas e leis, de maior conscientização pública, de capacitação e de educação” (UNISDR, 2009).

De acordo com as orientações preconizadas pelo UNDRO (Office of the United Nations Disasters Relief Co-Ordinator) em 1991, e pelo “Manual para Apresentação de Propostas” do Ministério das Cidades (BRASIL, 2010), medidas não-estruturais destinadas à gestão de riscos no município devem atender às seguintes diretrizes: (a) Identificação e análise dos riscos; (b) Prevenção e redução de acidentes; (c) Planejamento para situações de emergência; e (d) Informação pública e capacitação.

Assim, após a análise em campo e em gabinete quanto à estabilidade geotécnica da APC, analisou-se medidas estruturais e não-estruturais cabíveis à área, visando a redução de risco do local, as quais serão devidamente apresentadas e justificadas no capítulo de Resultados.

Nesse produto, esse item será apresentado apenas na forma de indicação para verificação da elegibilidade das medidas a ser desenvolvida nas Etapas de proposição de medidas e estabelecimento de ações.

2.7. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Foram realizados estudos hidrológicos nos setores de inundação com o objetivo de avaliar as seções de estrangulamento para as vazões correspondentes aos períodos de retorno de 2, 5, 10 e 25 anos, sendo assim, abaixo será detalhado a metodologia aplicada na avaliação.

Entende-se que todas as avaliações desse item têm como objetivo delimitar e apontar as áreas de riscos hidrológicos com intuito de apontamento das medidas de gestão de riscos, e o plano de ações subsequente. Contudo, relacionado a obras e ações estruturais, o desenvolvimento desses estudos específicos de implantação de infraestruturas hidráulicas para solucionar os problemas apontados devem necessariamente partir de estudos de macrodrenagem, urbanas ou rurais, com cálculos hidrológicos adequados. De maneira que os estudos hidrológicos desenvolvidos nesse relatório, visam apontar soluções de gestão da bacia de contribuição, oferecendo insumos para a elaboração dos estudos de macrodrenagem, ao

identificar bacias de contribuição passíveis de receber medidas que permitam uma melhor gestão dos riscos, além de apontar áreas prioritárias para a adoção de ações.

Nesse intuito, os estudos de Macrodrenagem das bacias hidrográficas de Joinville devem seguir metodologia adequada para a solução, mas nesse estudo de apontamento procurou-se aplicar metodologia que permita um diagnóstico global das áreas de risco, procurando adequar o insumo principal fornecido, o MDT de referência do PMGRD, sem os levantamentos topográficos mais detalhados desenvolvidos no âmbito de um Plano de Drenagem. Embora sejam indicados a aplicação do método Racional para bacias menores que 2km², e a partir da caracterização fisiográfica a aplicação do método SCS (Soil Conservation Service) para bacias maiores, com a construção de hidrograma específico. Nesse estudo foi decidido a aplicação de metodologia única para possibilitar hierarquização e a utilização do mesmo insumo para todas as áreas de risco, assim foi utilizado a aplicação do método Ven te Chow.

Por fim, embasado no supracitado, vale destacar que as soluções e delimitações apresentados nesses trabalhos não devem de nenhuma maneira ser embasamento principal de projetos de engenharia hidráulica ou de zoneamentos para autorizações de obras, entendendo que a exclusividade de tal tarefa seja dos estudos oficiais de macrodrenagem do município, a partir do insumo correto e a adoção das equações de chuva homologadas pelo poder público municipal.

2.7.1. AValiação DO HISTÓRICO DE CHUVAS DO MUNÍCIPIO

A obtenção de dados hidrometeorológicos próximos a área de interesse é imprescindível para a realização e entendimento de estudos hidrológicos, e posteriormente, a serem utilizados para dimensionamentos de estruturas de engenharia, com isso, foram avaliados os dados históricos de chuva em estações meteorológicas do município de Joinville-SC. Através do site do ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) foi possível visualizar a existência de 5 pluviômetros no município, os mesmos foram utilizados como base de dados para a avaliação do histórico de chuvas. Apenas vale destacar, que a CPRM (2014) na publicação da equação das chuvas intensas de Joinville, após analisar essas 5 estações, decidiu desenvolver apenas 2 curvas I-D-F.

Outra fonte utilizada para análise de histórico das precipitações, foi através da obtenção de dados pelo CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas Desastres Naturais), no qual foram utilizados dados de um pluviógrafo localizado dentro da área de interesse, com o equipamento foi possível avaliar a intensidade das chuvas na região.

A localização das estações está apresentada na **Tabela 2.7.1-1**.

Tabela 2.7.1-1– Localização das estações.

| Estação | Coordenada X | Coordenada Y | Observações |
|------------|--------------|--------------|-------------|
| 2649060 | 691758.78 | 7098998.08 | Pluviômetro |
| 2648014 | 714978.19 | 7087454.83 | Pluviômetro |
| 2648033 | 705932.06 | 7102747.81 | Pluviômetro |
| 2648034 | 702004.37 | 7095174.32 | Pluviômetro |
| 420910201A | 717488.98 | 7080061.03 | Pluviógrafo |

Através do histórico obtido foi possível analisar as seguintes informações:

- Histórico das precipitações acumuladas diárias (de 1987 a 2022) através dos pluviômetros da região (ANA); e
- Histórico das intensidades das precipitações (de 2014 a 2024) através do pluviômetro (CEMADEN).

Os resultados obtidos estão apresentados no **Capítulo 4**.

2.7.2. AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE- DURAÇÃO-FREQUÊNCIA DAS CHUVAS NO MUNICÍPIO

Com o objetivo de avaliar as informações hidrometeorológicas do município e definir as intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, nas quais podem ser utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial, análise das estruturas atuais ou de aproveitamento dos recursos hídricos, foram utilizadas as curvas de IDF mais recente do município de Joinville-SC realizada pelo CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais em 2014). A curva IDF utilizada tem as seguintes características:

- A Curva IDF utiliza o histórico de dados da estação Primeiro Salto de Cubatão, código 02649060, que está localizada na Latitude 26°12'57" S e Longitude 49°04'50" W e a estação Joinville, código 02648014, está localizada na Latitude 26°19'18" S e Longitude 48°50'47" W;
- A curva contém um histórico de precipitações diárias de 1973 a 2013.

A curva é gerada através da equação de cálculo de intensidade realizada para a região em estudo (**Equação 2**).

Equação 2 – Equação da curva I-D-F

$$i \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{K \times Tr^a}{(t + b)^c}$$

Na **Tabela 2.7.2-1** é apresentado o que cada coeficiente corresponde na equação.

Tabela 2.7.2-1 – Coeficientes da equação IDF

| i (mm/h) | intensidade da chuva |
|----------|--|
| K | |
| a | coeficiente determinado de acordo com a região, foi utilizado os coeficientes da Estação Joinville, em que a = 1218,2; b =0,1997; c =33,7; d =0,7948 |
| b | |
| c | |
| Tr(anos) | Tempo de retorno |
| t | Tempo de duração da precipitação |

Como a curva IDF mais recente gerada para a área corresponde a dados de precipitações entre 1973 e 2013, foi realizado uma correlação com os dados obtidos pelo pluviógrafo, o equipamento tem dados de precipitações e intensidade de chuva entre 2014 e 2024, o objetivo principal é verificar se a curva ainda é ideal para ser utilizada em cálculos de avaliações de vazões.

2.7.3. CÁLCULO DAS VAZÕES DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO

Para a avaliação das bacias e microbacias contribuintes das áreas de inundação, foi realizado a delimitação das áreas contribuintes a esses setores, o objetivo principal é obter a vazão de pico da área correspondente, para isso foi realizado os seguintes procedimentos:

- Delimitação e quantificação das bacias contribuintes a área de interesse;
- Delimitação dos cursos d'água correspondentes a essas bacias, com o objetivo de obter as características fisiográficas;

- Utilização de dados topográficos obtidos em campo para obtenção de cotas da crista e da base dos talwegues delimitados, no qual é possível calcular o desnível e a declividade média dos cursos d'água influentes as áreas de inundação.

Vale destacar que foi utilizado o banco de dados da Prefeitura de Joinville (PMJ) para obtenção dos limites de cada bacia de interesse. Na **Tabela 2.7.3-1** estão apresentadas as áreas analisadas que foram setorizadas como de inundação.

Tabela 2.7.3-1. Áreas-alvo para os riscos hidrológicos avaliadas em escala de detalhe.

| Nomenclatura da área | Nomenclatura da área | Nomenclatura da área |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| JOI/085/001/INU/R1/V1 | JOI/105/001/INU | JOI/123/001 |
| JOI/086/004/INU/R1/V1 | JOI/106/001/INU | JOI/124/001/ÁREA 1 |
| JOI/086/005/INU/R1/V1 | JOI/107/001/(ÁREA 1) | JOI/124/002/ÁREA 2 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | JOI/107/001/(ÁREA 2) | JOI/125/002/INU/R2/V1 |
| JOI/089/001/INU/R1/V3 | JOI/108/001/INU | JOI/126/001/002/003/004/005/006 |
| JOI/90/ÁREA 1 | JOI/109/001/INU | JOI/127/001/ÁREA 1 |
| JOI/90/ÁREA 2 | JOI/109/002/INU | JOI/127/002/ÁREA 2 |
| JOI/91/001/INU | JOI/110/001/INU | JOI/128/001/INU/R2/V1 |
| JOI/91/002 e 003 | JOI/111/001/INU | JOI/129/001/ÁREA 1 |
| JOI/91/005 | JOI/112 | JOI/129/002/ÁREA 2 |
| JOI/91/006 | JOI/112/003/INU | JOI/130/001/ÁREA 1 |
| JOI/95/001/INU | JOI/113 | JOI/130/002/ÁREA 2 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | JOI/114/001/INU/R1/V1 | JOI/131/001/INU/R1/V1 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | JOI/115/001/INU/R1/V1 | JOI/132/001/ÁREA 1 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | JOI/116/001/ÁREA 1 | JOI/132/001/ÁREA 2 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | JOI/116/001/ÁREA 2 | JOI/132/001/ÁREA 3 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | JOI/117/001/INU | JOI/132/001/ÁREA 4 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | JOI/118/001/ÁREA 1 | JOI/133/001 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | JOI/118/001/ÁREA 2 | JOI/134/001 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | JOI/118/001/ÁREA 3 | JOI/135/001 |
| JOI/100/001/INU | JOI/119/001 | JOI/136/001/INU/R1/V2 |
| JOI/101/001/INU | JOI/120/001/ÁREA 1 | JOI/137/001 2º ANÁLISE |
| JOI/102/001/INU | JOI/120/001/ÁREA 2 | JOI/138/001/ÁREA 1 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | JOI/120/001/ÁREA 3 | JOI/139/001 |
| JOI/104/001/INU | JOI/121/001 | JOI/140/001 |
| JOI/104/002/INU | JOI/122/001 | JOI/150/002 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

É importante ressaltar que foram avaliados todos os 56 setores indicados como área alvo para estudos de detalhe apresentados pela CPRM (SBG 2018). Contudo, na etapa de mapeamento de campo, algumas das áreas-alvo foram subdivididas em setores de riscos de características homogêneas pela metodologia Brasil (2007).

Para o cálculo das vazões de pico nas áreas de armazenamento, foi utilizado o método Ven Te Chow, que tem sido utilizado em estimativas de vazões máximas, ou seja, das vazões de projeto para elaboração de análises ou obras hidráulicas. A estimativa das vazões de projeto

é feita com base nos dados de chuvas intensas que ocorrem na respectiva bacia em estudo. O método utiliza as hipóteses de hidrograma unitário, considerando que o fenômeno de transformação da chuva em vazão é regido por equações lineares. No método as vazões máximas são proporcionais às chuvas efetivas.

Neste método a chuva efetiva, ou seja, a chuva excedente é a maior responsável pelas vazões de cheias principalmente em bacias de pequenas escalas e urbanizada. A impermeabilização do solo, que normalmente é acompanhada pelo processo de urbanização, é a principal geradora da alteração da parcela da chuva que esco superficialmente.

O método de Ven Te Chow foi aplicado conforme preconizado na publicação de WILKEN (1971), tendo por base a seguinte relação:

Equação 3 – Equação da vazão máxima pelo método Ven Te Chow

$$Q_{\text{máx}} = \frac{A * X * Y * Z}{3,6}$$

Onde:

- Qmax = vazão máxima em m³/s;
- A = área da bacia em km²;
- X = fator de deflúvio, sendo igual a razão da precipitação excedente pela duração (X = Re/td);
- Y = o fator climático, já que a equação das chuvas intensas utilizada no trabalho, foi para a região da área em estudo, e equação foi adaptada ao município de São Paulo, portanto é necessária uma correção do Fator Climático a região de Joinville;
- Z = fator de redução do tempo de pico;

Para a obtenção do fator de deflúvio (coeficiente X), que consiste na divisão da precipitação excedente (Re) pela duração (td), os valores foram realizados da seguinte forma:

- Para o cálculo da precipitação excedente (Re), é utilizado a Equação 4 abaixo.

Equação 4 – Equação de chuva excedente

$$h_e = \frac{\left(h - \frac{5080}{N} + 50,8\right)^2}{\left(h + \frac{20320}{N} - 203,2\right)}$$

Que consiste em:

- he = precipitação excedente dada em mm;
- h = chuva total, dada em mm, sendo igual à relação de Im.td (Intensidade/duração de chuva);
- Coeficiente N = número de deflúvio é considerado os tipos de solo e condições atuais e futuras da superfície;
 - A utilização do solo corresponde as características da superfície, variando principalmente na capacidade de infiltração e condições de escoamento superficial;
 - Os tipos de solo da área correspondem a capacidade de infiltração mínima (solos argilosos ou impermeabilizados) e máxima (terrenos muito permeáveis com granulometrias de solos siltosos);
 - Com isso foi utilizado dados cartográficos do meio físico que classificam as unidades homogêneas de cobertura do solo e do uso e padrão de ocupação urbana (UHCT) nas áreas de contribuição dos setores de inundação, o objetivo principal é definir os coeficientes de taxa de impermeabilidade dos setores,

para posteriormente serem utilizados nos cálculos de vazão das áreas de inundação.

- Para a definição dos coeficientes de impermeabilidade foi utilizado o UHCT entregue no produto 03 (2230-R03-24-Historico de desastres) realizado pelo Consórcio, os coeficientes adotados estão apresentados na **Tabela 2.7.3-2**.

Para a obtenção dos valores do coeficiente Z, é realizado a divisão de tempo de duração (td) com o tempo de ascensão (tp), sendo assim, será descrito abaixo como foi obtido esses valores:

- os valores para a duração da chuva (td) foi igualado ao tempo de concentração (tc), já que com esse valor se admite que nesse ponto toda a bacia de contribuição está contribuindo no ponto de exultório;
- O tempo de concentração (tc) é obtido através da **Equação 5**;
- O tempo de ascensão (tp) foi obtido através da **Equação 6**;
- Com os valores de duração de chuva (td) e os valores de tempo de ascensão (tp), é possível obter o resultado dos coeficientes de Z através da **Tabela 2.7.3-3**.

Equação 5 – Equação de tempo de concentração

$$tc = \left[57 * \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right) \right] ^{0,3885}$$

Em que:

- tc = Tempo de concentração (min.)
- L = comprimento do talvegue (km);
- Δh = Desnível do talvegue (m).

Equação 6 – Equação do tempo de ascensão

$$tp = 0,005055 * \left(\frac{L}{\sqrt{i}} \right) ^{0,64}$$

Em que:

- Tp = Tempo de ascensão (horas);
- L = comprimento do talvegue (m);
- i = Declividade média do talvegue (%).

Tabela 2.7.3-2. Valores a serem adotados ao CN.

| Nível 1 (classe) | Nível 2 (sub-classe) | Nível 3 (topologia de uso) | UHCT | | | | Grupo Hidrológico do Solo | | |
|--------------------------------------|--------------------------|--|-------------------|----------------|---------------------|--|---------------------------|----|----|
| | | | Descrição da área | Dens. de Ocup. | Estágio da Ocupação | Ordenamento Urbano | B | C | D |
| | | | | | | | | | |
| Superfícies Antrópicas Não Agrícolas | Área Urbana ou Edificada | R/C/S (Residencial / Comercial / Serviços) | - | Alta | Consolidado | Muito alto e Alto | 92 | 94 | 95 |
| | | | - | | | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | | | |
| | | | - | | | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 85 | 90 | 92 |
| | | | - | | | Muito alto e Alto | 92 | 94 | 95 |

Tabela 2.7.3-2. Valores a serem adotados ao CN.

| Nível 1 (classe) | Nível 2 (sub-classe) | Nível 3 (topologia de uso) | UHCT | | | | Grupo Hidrológico do Solo | | |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|---|----------------|---------------------|--|---------------------------|----|----|
| | | | Nível 4 (tipo e padronização da ocupação) | | | | B | C | D |
| | | | Descrição da área | Dens. de Ocup. | Estágio da Ocupação | Ordenamento Urbano | | | |
| | | | - | | Em consolidação | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | Rarefeito | Muito alto e Alto | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 77 | 84 | 88 |
| | | | - | | Consolidado | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 77 | 84 | 88 |
| | | | - | | | Muito alto e Alto | 92 | 94 | 95 |
| | | | - | | Em consolidação | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 92 | 94 | 95 |
| | | | - | | | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 85 | 90 | 92 |
| | | | - | | Média | Muito alto e Alto | 92 | 94 | 95 |
| | | | - | | | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | Rarefeito | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | | Muito alto e Alto | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | Rarefeito | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 77 | 84 | 88 |
| | | | - | | | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 77 | 84 | 88 |
| | | | - | | Consolidado | Alto | 92 | 94 | 95 |
| | | | - | | | Muito alto | 83 | 89 | 92 |
| | | | - | | Em consolidação | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | Baixa | Muito alto e Alto | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 79 | 85 | 88 |
| | | | - | | Em consolidação | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 77 | 84 | 88 |
| | | | - | | | Alto | 80 | 86 | 89 |
| | | | - | | Rarefeito | Muito alto | 79 | 85 | 88 |
| | | | - | | | Médio (sem Arborização Urbana) e Muito Baixo | 77 | 84 | 88 |
| | | | - | | Rarefeito | Médio (com Arborização Urbana) e Baixo | 76 | 83 | 87 |
| | | | - | | | Muito alto | 79 | 85 | 88 |
| | | Espaço Verde Urbano | - | - | - | - | 65 | 77 | 82 |

Tabela 2.7.3-2. Valores a serem adotados ao CN.

| Nível 1 (classe) | Nível 2 (sub- classe) | Nível 3 (topo- logia de uso) | UHCT | | | | Grupo Hidroló- gico do Solo | | |
|--|---|--|--|----------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|----|----|
| | | | Descrição da área | Dens. de Ocup. | Estágio da Ocupa- ção | Ordenamento Ur- bano | B | C | D |
| | | | | | | | | | |
| | | Grandes Equipamen- tos | Complexo Industrial e Indústria e Galpões Isolados | - | - | - | 88 | 91 | 93 |
| | | | Galpão de Comércio e Serviços | - | - | - | 92 | 94 | 95 |
| | | | Estruturas de Siste- mas de Trans- porte | - | - | - | 90 | 93 | 95 |
| | | | Outros | - | - | - | 92 | 94 | 95 |
| Superfícies An- trópicas Agríco- las | Área Agrossil- vopastoril | | Pastagem | - | - | - | 69 | 79 | 84 |
| | | Agricultura | - | - | - | 58 | 71 | 78 | |
| | | Silvicultura | - | - | - | 55 | 70 | 77 | |
| Superfície Na- tural ou Semina- tural | Formação Florestal | Floresta (Porte arbó- reo ou Arbó- reo-arbustivo) | Restinga | - | - | - | 66 | 77 | 83 |
| | | | Mata Atlântica | - | - | - | 55 | 70 | 77 |
| | | | Capoeira | - | - | - | 60 | 73 | 79 |
| | | | Manque | - | - | - | 66 | 77 | 83 |
| | Área Úmida (Herbáceo ou Arbóreo-ar- bustivo) | Planície Alagável | - | - | - | 72 | 80 | 88 | |
| Áreas Desco- bertas | Solo Ex- posto | - | - | - | - | 82 | 87 | 89 | |
| | Aflora- mento Ro- choso | - | - | - | - | 98 | 98 | 98 | |
| Água | Água Continen- tal | Curso d'água | - | - | - | Não se aplica | | | |
| | | Lago/La- goa/Represa | - | - | - | | | | |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Tabela 2.7.3-2. Valores de Z

| Valores de Z em função da relação t_d/t_p | | | | | | | | | |
|---|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| t_d/t_p | Z | t_d/t_p | Z | t_d/t_p | Z | T_d/t_p | Z | t_d/t_p | Z |
| 0,05 | 0,04 | 0,46 | 0,36 | 0,84 | 0,58 | 1,22 | 0,75 | 1,60 | 0,90 |
| 0,10 | 0,08 | 0,48 | 0,38 | 0,86 | 0,59 | 1,24 | 0,76 | 1,62 | 0,90 |
| 0,12 | 0,10 | 0,50 | 0,39 | 0,88 | 0,50 | 1,26 | 0,77 | 1,64 | 0,91 |
| 0,14 | 0,12 | 0,52 | 0,40 | 0,90 | 0,60 | 1,28 | 0,78 | 1,66 | 0,91 |
| 0,16 | 0,14 | 0,54 | 0,41 | 0,92 | 0,61 | 1,30 | 0,79 | 1,68 | 0,92 |
| 0,18 | 0,16 | 0,56 | 0,42 | 0,94 | 0,62 | 1,32 | 0,80 | 1,70 | 0,92 |
| 0,20 | 0,18 | 0,58 | 0,44 | 0,96 | 0,63 | 1,34 | 0,81 | 1,72 | 0,93 |
| 0,22 | 0,19 | 0,60 | 0,45 | 0,98 | 0,64 | 1,36 | 0,82 | 1,74 | 0,93 |
| 0,24 | 0,20 | 0,62 | 0,46 | 1,00 | 0,65 | 1,38 | 0,82 | 1,76 | 0,94 |
| 0,26 | 0,22 | 0,64 | 0,47 | 1,02 | 0,66 | 1,40 | 0,82 | 1,78 | 0,94 |
| 0,28 | 0,24 | 0,66 | 0,48 | 1,04 | 0,67 | 1,42 | 0,83 | 1,80 | 0,95 |
| 0,30 | 0,25 | 0,68 | 0,49 | 1,06 | 0,68 | 1,44 | 0,84 | 1,82 | 0,95 |
| 0,32 | 0,26 | 0,70 | 0,50 | 1,08 | 0,69 | 1,46 | 0,85 | 1,84 | 0,96 |
| 0,34 | 0,28 | 0,72 | 0,51 | 1,10 | 0,70 | 1,48 | 0,86 | 1,86 | 0,96 |
| 0,36 | 0,29 | 0,74 | 0,52 | 1,12 | 0,71 | 1,50 | 0,86 | 1,88 | 0,97 |
| 0,38 | 0,30 | 0,76 | 0,54 | 1,14 | 0,72 | 1,52 | 0,87 | 1,90 | 0,97 |
| 0,40 | 0,32 | 0,78 | 0,55 | 1,16 | 0,73 | 1,54 | 0,88 | 1,92 | 0,98 |
| 0,42 | 0,33 | 0,80 | 0,56 | 1,18 | 0,74 | 1,56 | 0,88 | 1,94 | 0,98 |
| 0,44 | 0,34 | 0,82 | 0,57 | 1,20 | 0,74 | 1,58 | 0,89 | 1,96 | 0,99 |

2.7.4. AValiação da Capacidade de Vazão das Estruturas Atuais nas Seções de Estrangulamento

Com o objetivo de avaliar as seções de estrangulamento nas áreas de alagamento, foi utilizado cálculos através da equação de Manning e o auxílio do software SisCCoH desenvolvido pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e pela empresa Pimenta de Ávila. O objetivo foi identificar no ponto de exultório nas áreas setorizadas, identificar os riscos de suscetibilidade das estruturas atuais com as vazões de pico obtidas com seus respectivos tempos de retorno (2, 5, 10, 25 e 50 anos). Para isso é necessário adentrar com as seguintes informações:

- Tipo de seção estudada: dimensões do canal a ser avaliado (retangular, trapezoidal, triangular ou circular), galerias pluviais e/ou tubulações;
- Vazão de pico (m^3/s) no exultório avaliado;
- Coeficiente de manning (rugosidade do material estudado);
- Cota de montante e jusante (m); e
- Declividade média do canal e/ou curso d'água (m/m).

As áreas analisadas correspondem aos setores indicados como áreas de inundação (mapeamento de detalhe), para isso foi utilizado a definição de metodologia aplicada aos estudos hidrológicos. Como forma de se adequar e consistir aos dados de suscetibilidade a inundação e alagamento dos próximos produtos.

Para a classificação das capacidades de vazão das estruturas, foi levado em consideração as seguintes premissas:

- Vazão de pico para cada tempo de retorno (2, 5, 10, 25 e 50 anos) no ponto de exultório das áreas setorizadas como de inundação;
- Dimensões das estruturas atuais visando a sua máxima eficiência, para saber se as estruturas correspondentes estão de acordo ou se é necessária alguma medida de mitigação para que aumente a efetividade de escoamento no ponto de interesse;

- Avaliação das condições atuais visualizadas em campo, visando melhorias nas estruturas de escoamento das águas pluviais.

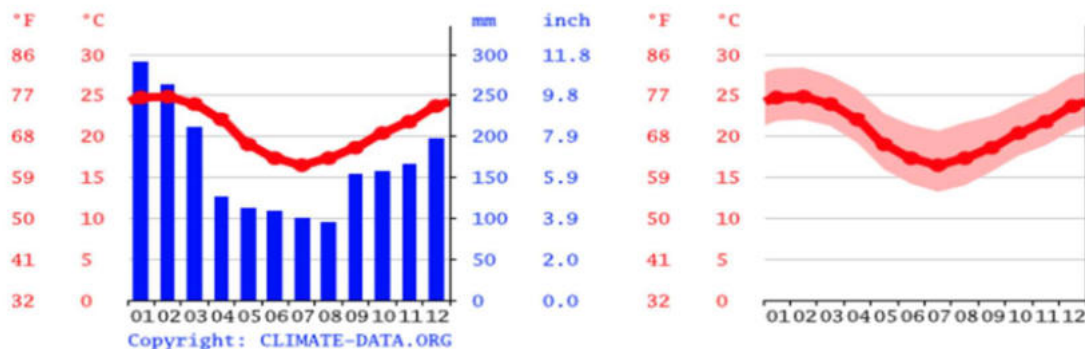
3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-CLIMÁTICA- DA ÁREA DE ESTUDO

Os dados desse capítulo já foram apresentados no início da Etapa de diagnósticos, referente ao Levantamento do arcabouço legal, documentos e estudos existentes e das Características do Município, mas são reapresentados de forma sucinta nesse relatório, das informações relevantes para a construção dos estudos geotécnicos e hidrológicos, e assim possibilitar a correlação com os resultados de mapeamento, bem como para suprir exigência do Termo de Referência sobre caracterização físico-climática.

De modo geral, o município de Joinville caracteriza-se pela concentração da mancha urbana à leste e predomínio de Floresta Ombrófila Densa à oeste, onde há também as maiores declividades, ultrapassando 40°. Edificações rurais apresentam-se espalhadas ao longo do município, localizando-se em meio a formação florestal predominante. No mais, suas características ambientais são discutidas de forma individualizada nos itens abaixo, sendo em ordem: Climatologia, Hidrografia, Hidrologia, Hidrogeologia, Geologia, Geomorfologia e Pedologia.

Quanto a climatologia, o Estado de Santa Catarina pode ser classificado em dois tipos climáticos: Subtropical úmido (Cfa), com verões mais quentes e úmido (Cfb), que possui o verão ameno e chuvas mais distribuídas. Segundo a base de dados *Climate Data* (2023), Joinville está inserido na topologia Cfa, registrando a temperatura média anual 20,9°C e a pluviosidade média anual é de 1.976 mm (**Figura 3-1**).

Figura 3-1. Pluviosidade média mensal (a esquerda) e Temperatura média (a direita) em Joinville.



Fonte: Climate-data (2023).

Com base nos dados pluviométricos da Estação Univille, pertencente a Universidade da Região de Joinville (Univille), observa-se que, para o recorte temporal analisado, os meses mais chuvosos são os respectivos ao verão, especialmente janeiro e fevereiro, registrando precipitações mensais de até 500 mm, como em 2011. Enquanto os meses mais secos ocorrem durante o inverno, onde julho se apresenta o mês mais seco do ano, apresentando média de 109,8 mm (**Tabela 3-1** e **Figura 3-2**).

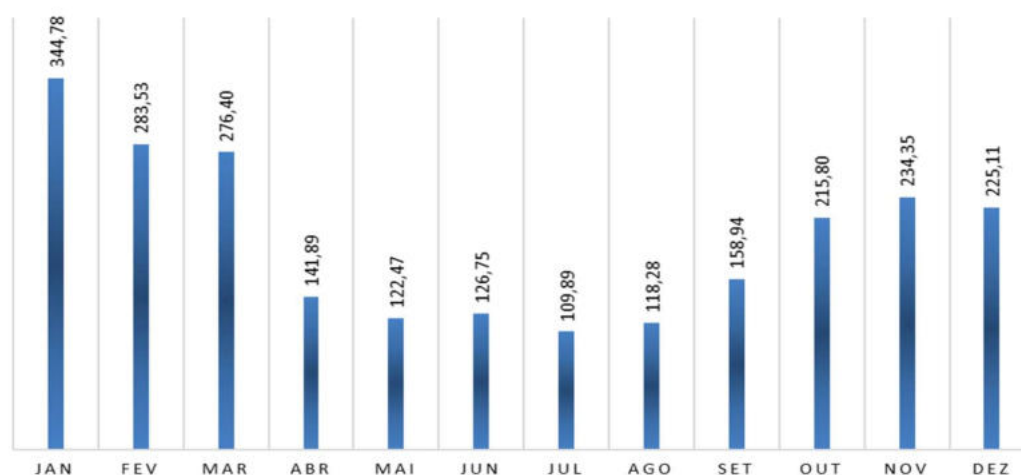
Tabela 3-1. Dados de precipitação mensal, em mm, da estação Univille.

| Mês / anos | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Soma |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1996 | 418 | 282 | 429 | 126 | 17 | 251 | 165 | 65 | 222 | 128 | 132 | 238 | 2471 |
| 1997 | 365 | 169 | 193 | 24 | 96 | 77 | 70 | 152 | 147 | 451 | 451 | 163 | 2358 |
| 1998 | 493 | 488 | 300 | 226 | 28 | 77 | 160 | 448 | 154 | 307 | 125 | 242 | 3048 |

Tabela 3-1. Dados de precipitação mensal, em mm, da estação Univille.

| Mês / anos | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Soma |
|------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1999 | 459 | 383 | 319 | 105 | 100 | 96 | 281 | 27 | 168 | 174 | 268 | 189 | 2566 |
| 2000 | 379 | 263 | 117 | 12 | 18 | 62 | 51 | 55 | 195 | 160 | 199 | 166 | 1677 |
| 2001 | 277 | 599 | 419 | 174 | 192 | 193 | 181 | 49 | 247 | 219 | 145 | 99 | 2795 |
| 2002 | 340 | 122 | 273 | 145 | 96 | 68 | 57 | 104 | 216 | 174 | 174 | 223 | 1993 |
| 2003 | 295 | 294 | 228 | 55 | 53 | 84 | 69 | 34 | 113 | 77 | 100 | 218 | 1402 |
| 2004 | 231 | 240 | 129 | 213 | 130 | 61 | 175 | 49 | 138 | 130 | 111 | 227 | 1833 |
| 2005 | 438 | 80 | 148 | 175 | 122 | 77 | 159 | 190 | 249 | 211 | 209 | 119 | 2176 |
| 2006 | 280 | 300 | 226 | 113 | 23 | 26 | 48 | 52 | 150 | 121 | 449 | 119 | 1908 |
| 2007 | 335,9 | 256 | 185 | 112 | 220 | 22 | 77 | 58 | 108 | 163 | 174 | 299 | 2009 |
| 2008 | 478 | 416 | 274 | 186 | 82 | 96 | 27 | 111 | 128 | 383 | 974 | 144 | 3297 |
| 2009 | 404 | 270 | 351 | 82 | 55 | 77 | 245 | 159 | 348 | 153 | 166 | 166 | 2475 |
| 2010 | 617 | 298 | 494 | 259 | 160 | 142 | 146 | 95 | 52 | 188 | 299 | 248 | 2998 |
| 2011 | 503 | 288 | 572 | 139 | 48 | 95 | 181 | 341 | 161 | 235 | 147 | 313 | 3023 |
| 2012 | 303 | 244 | 69 | 233 | 114 | 261 | 206 | 28 | 110 | 173 | 223 | 326 | 2290 |
| 2013 | 138 | 255 | 193 | 96 | 116 | 377 | 96 | 102 | 148 | 125 | 239 | 201 | 2084 |
| 2014 | 145 | 234 | 308 | 195 | 135 | 302 | 40 | 74 | 146 | 28 | 99 | 269 | 1975 |
| 2015 | 333 | 289 | 343 | 158 | 226 | 111 | 141 | 25 | 211 | 271 | 325 | 344 | 2775 |
| 2016 | 215 | 387 | 223 | 138 | 164 | 74 | 105 | 171 | 56 | 493 | 94 | 185 | 2304 |
| 2017 | 346 | 236 | 297 | 179 | 371 | 87 | 28 | 85 | 163 | 183 | 143 | 297 | 2414 |
| 2018 | 465 | 177 | 257 | 156 | 168 | 87 | 47 | 54 | 131 | 306 | 154 | 190 | 2190 |
| 2019 | 296 | 335 | 371 | 257 | 277 | 195 | 73 | 40 | 203 | 136 | 221 | 57 | 2459 |
| 2020 | 117 | 273 | 88 | 27 | 36 | 134 | 65 | 92 | 49 | 134 | 166 | 569 | 1751 |
| 2021 | 368 | 288 | 307 | 61 | 96 | 125 | 39 | 113 | 153 | 280 | 134 | 192 | 2156 |
| 2022 | 288 | 94 | 377 | 126 | 268 | 125 | 28 | 434 | 188 | 192 | 414 | 414 | 2949 |
| 2023 | 319 | 381 | 250 | 202 | 19 | 169 | 116 | 106 | 100 | 450 | 228 | 89 | 2428 |

Fonte: Estação Meteorológica Univille.

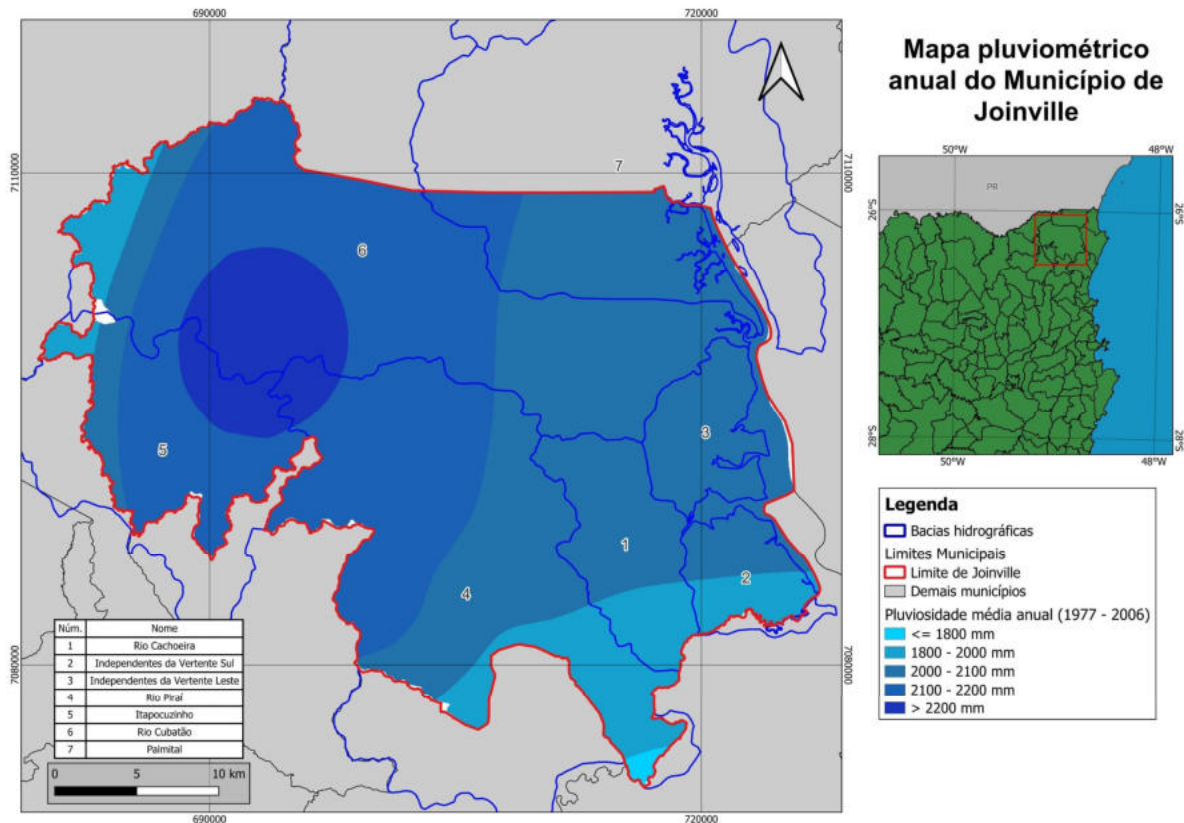
Figura 3-2. Pluviosidade média mensal (mm), entre os anos de 1996 e 2023, da Estação Univille

Fonte: Elaborado pelo Consórcio com base nos dados da Universidade da Região de Joinville.

Geograficamente, a pluviosidade se distribui de maneira distinta no município, principalmente atrelado à geomorfologia local e as consequentes chuvas orográficas da Serra do Mar. Por isso, os índices pluviométricos apresentam-se mais elevados na porção oeste, na região de planalto associado a Serra do Mar, alcançando até 2.200 mm de chuva anual. Nas regiões

litorâneas, onde está localizada a malha urbana, a pluviosidade anual varia predominantemente entre 1.800 mm e 2.000 mm (**Figura 3-3**). Por fim, os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas no estado referem-se as frentes frias, os vórtices ciclônicos, a convecção tropical, a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima.

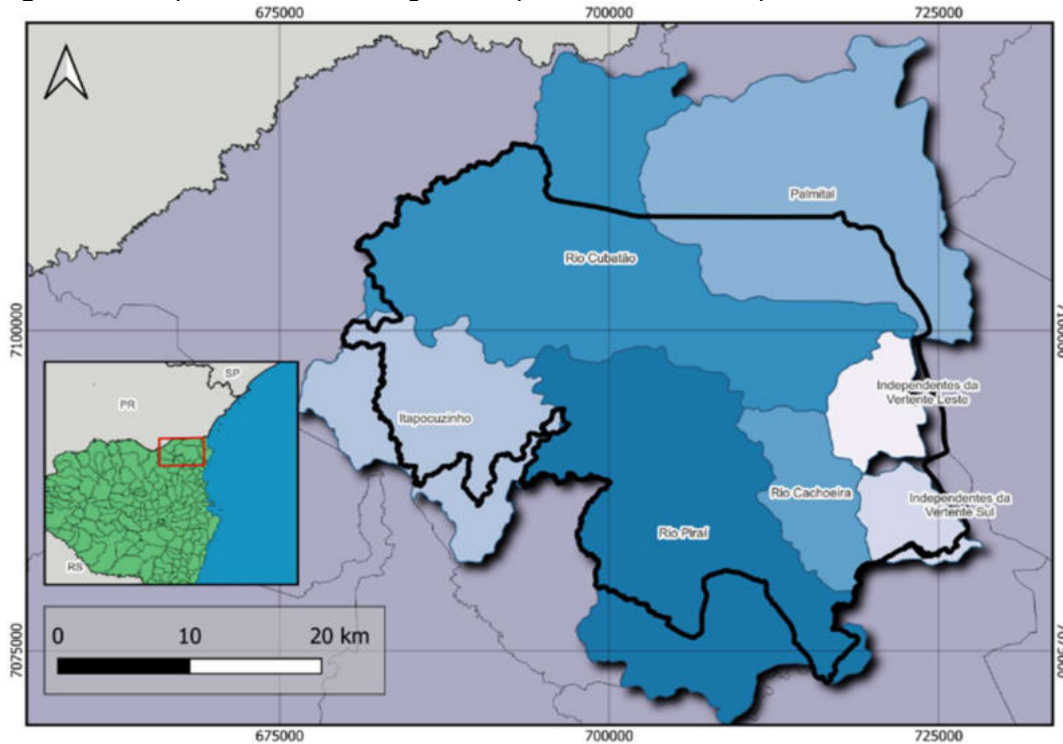
Figura 3-3. Mapa de pluviosidade anual do município de Joinville.



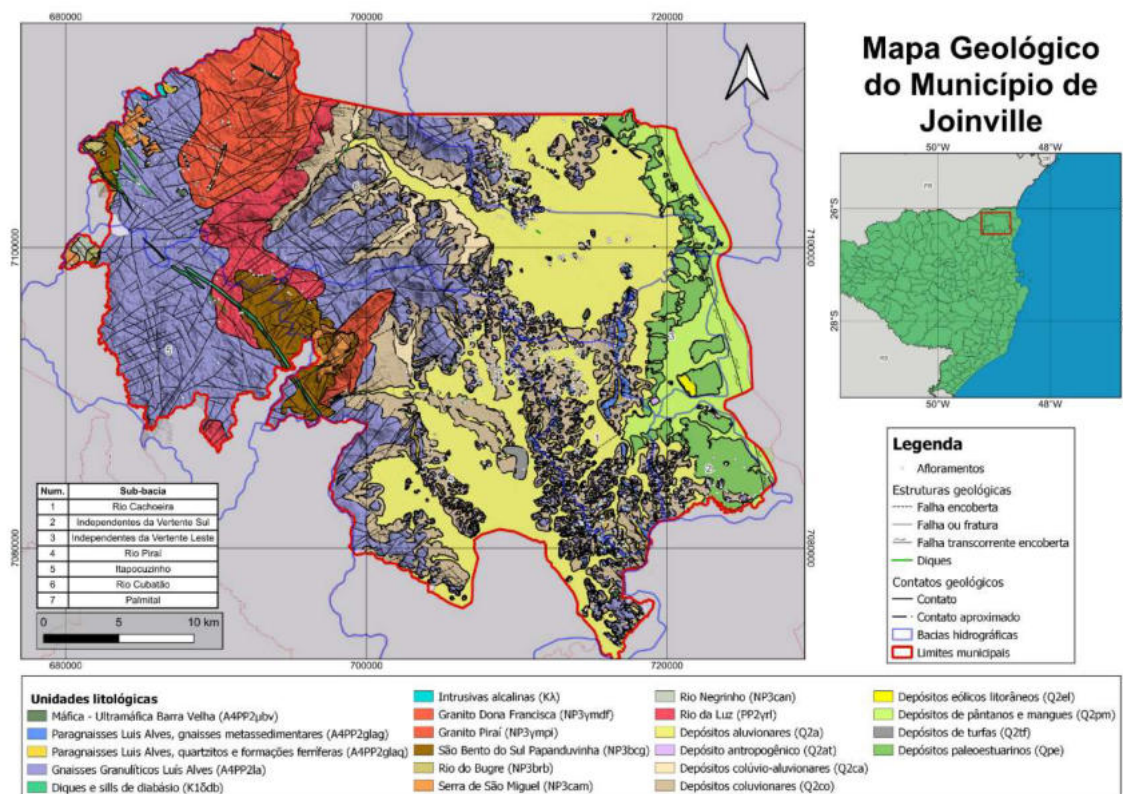
Fonte: CPRM (2007).

Quanto a hidrografia, município de Joinville tem como principais bacias as do Rio Cubatão, do Rio Pirai, do Rio Palmital e do Rio Itapocuzinho, inseridas no contexto geomorfológico e geológico da Serra do Mar (**Figura 3-4**). Entretanto, as bacias Independentes (Vertente Sul e Vertente Leste) e a Bacia do Rio Cachoeira estão em contato direto com o mar, no contexto geológico das deposições cenozoicas. Complementarmente, as bacias que suprem o abastecimento público de água são as do Rio Cubatão e Pirai.

A geologia do município de Joinville pode ser entendida como a junção de dois ambientes geológicos distintos: A escarpa da Serra do Mar e a Planície Costeira. Em Joinville destacam-se quatro grandes unidades litoestratigráficas, que se agrupam em diferentes unidades de acordo com a coluna cronoestratigráfica. O mapa geológico (SBG, 2021) utilizado (**Figura 3-5**) apresenta a escarpa da Serra do mar, a oeste do município, que possui uma longa evolução geológica e, em Joinville, as unidades mais antigas foram consolidadas durante a era Neoarqueana (há cerca de 2800 Ma). A planície costeira é constituída majoritariamente por sedimentos inconsolidados, depositados durante os últimos 2,3 Ma e formam as feições litorâneas planas do relevo, onde está a maior parte da zona urbana da cidade.

Figura 3-4: Mapa das bacias hidrográficas que drenam o município de Joinville.


Fonte: Prefeitura de Joinville (2010) e SBG (2021).

Figura 3-5: Mapa geológico de Joinville.


Fonte: SBG (2021).

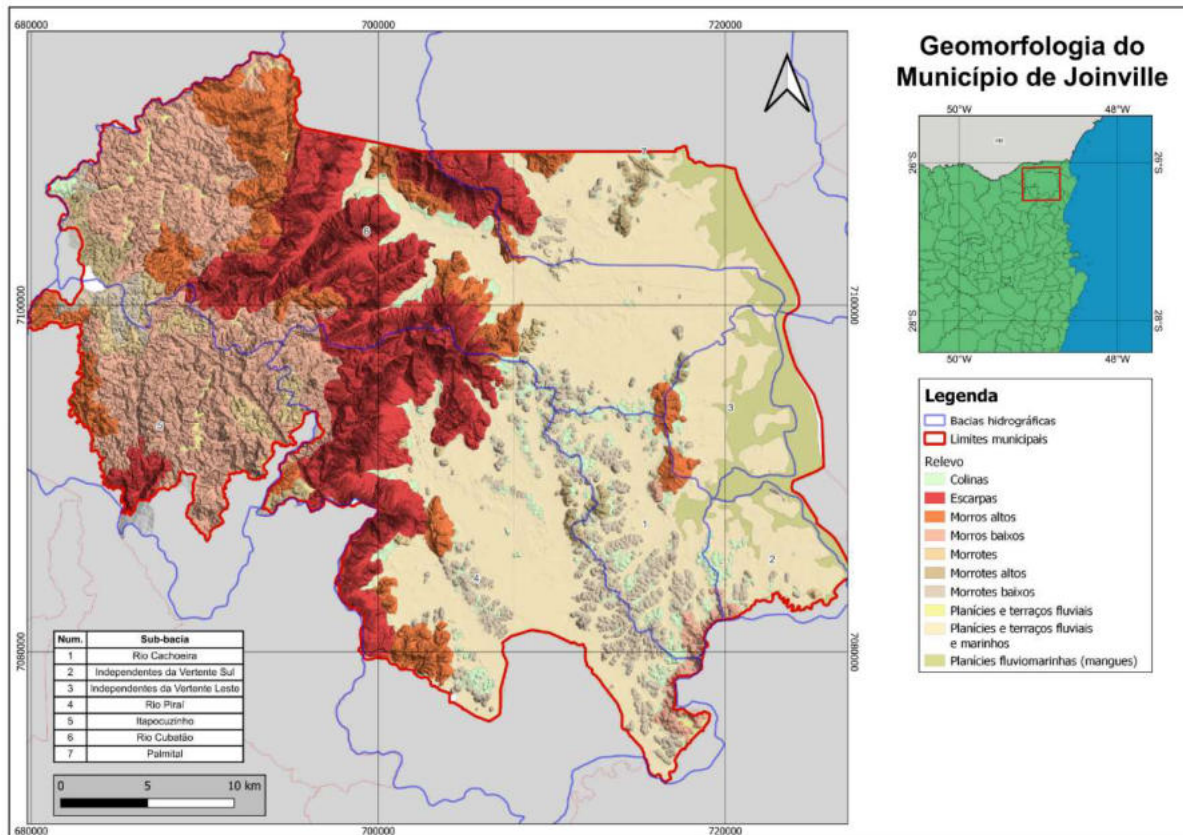
A descrição geomorfológica do município de Joinville, aqui apresentada, foi realizada por meio do material do IPT (2015) e com complementação de dados através de análise morfo-métrica de um Modelo Digital do Terreno (MDT) de 2010, fornecido pela Prefeitura Municipal de Joinville. A partir disso, pode-se indicar que a geomorfologia do município de Joinville (**Figura 3-6**) é marcada, principalmente, pelo contraste altimétrico causada pela escarpa da Serra do Mar e setores menos íngremes.

A porção oeste do município, situada no contexto da Serra do Mar, possui altitudes próximas de 820 m, chegando a 1280 m ao norte do município. Na região serrana, o relevo se mostra rugoso e levemente entalhado ao longo dos domínios de morros, o qual, apesar da altitude, apresenta uma declividade relativamente moderada, variando entre 5 e 25° na maior parte dos morros, enquanto a declividade da escarpa atinge valores superiores a 50°.

Quanto isto, a planície costeira é composta majoritariamente pelos depósitos quaternários. É localizada do centro ao leste do município, possui declividades amenas, próximas de 0°, com domínio de morros isolados, que representam porções do escudo cristalino na planície. Estes morros isolados possuem alturas variadas, com a maioria entre 40 e 80 m, mas alguns com até 200 m. A planície é onde está concentrada a malha urbana da cidade, onde a elevação está em torno de 15 m.

A planície também pode ser dividida em 2 tipos principais: (i) Planícies fluviais e marinhas, que apresentam, principalmente, sedimentos oriundos da deposição fluvial e por vezes deposições marinhas durante transgressões marinhas; E (ii) Planícies fluviomarinhas, onde há deposição de sedimento de toda a bacia hidrográfica na foz dos rios e se formam os depósitos estuários, em contato direto com o mar, concentrando a vegetação costeira, principalmente o mangue.

Figura 3-6: Mapa geomorfológico de Joinville.



Fonte: IPT, 2015.

Conforme IPT (2015), as classes geomorfológicas indicadas para o município de Joinville referem-se a:

- **Planícies e terraços fluviais:** relevo plano, levemente ondulado e bem drenado;
- **Planícies e terraços fluviais e marinhos:** relevo sub-horizontal, levemente ondulado, bem drenado e não inundável;
- **Planícies fluviomarinhas (mangues):** relevo plano, mal drenado, prolongadamente inundável e baixa capacidade de suporte dos terrenos;
- **Colinas:** relevo pouco dissecado, com predomínio de pedogênese, formação de solos espessos e bem drenados, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão;
- **Morros baixos:** relevo dissecado, com equilíbrio entre pedogênese e morfogênese, formação de solos espessos, com moderada suscetibilidade à erosão;
- **Morrotos:** relevo de amplas e suaves elevações, com predomínio de pedogênese, formação de solos espessos e bem drenados, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão;
- **Morros altos:** relevo de morros dissecados, com predomínio de processos de morfogênese, formação de solos pouco espessos com moderada a alta suscetibilidade à erosão, baixa ocorrência de processos de movimentos de massa;
- **Escarpas:** relevo montanhoso, muito acidentado, drenagens entalhadas, predomínio de morfogênese, formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, com alta suscetibilidade à erosão, alta ocorrência de processos de movimento de massa.

4. RESULTADOS

O presente capítulo tem por finalidade apresentar os resultados dos estudos geológico-geotécnicos e hidrológicos detalhados realizados, com o objetivo de orientar ações preventivas de gerenciamento de riscos.

4.1. ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

4.1.1. SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA

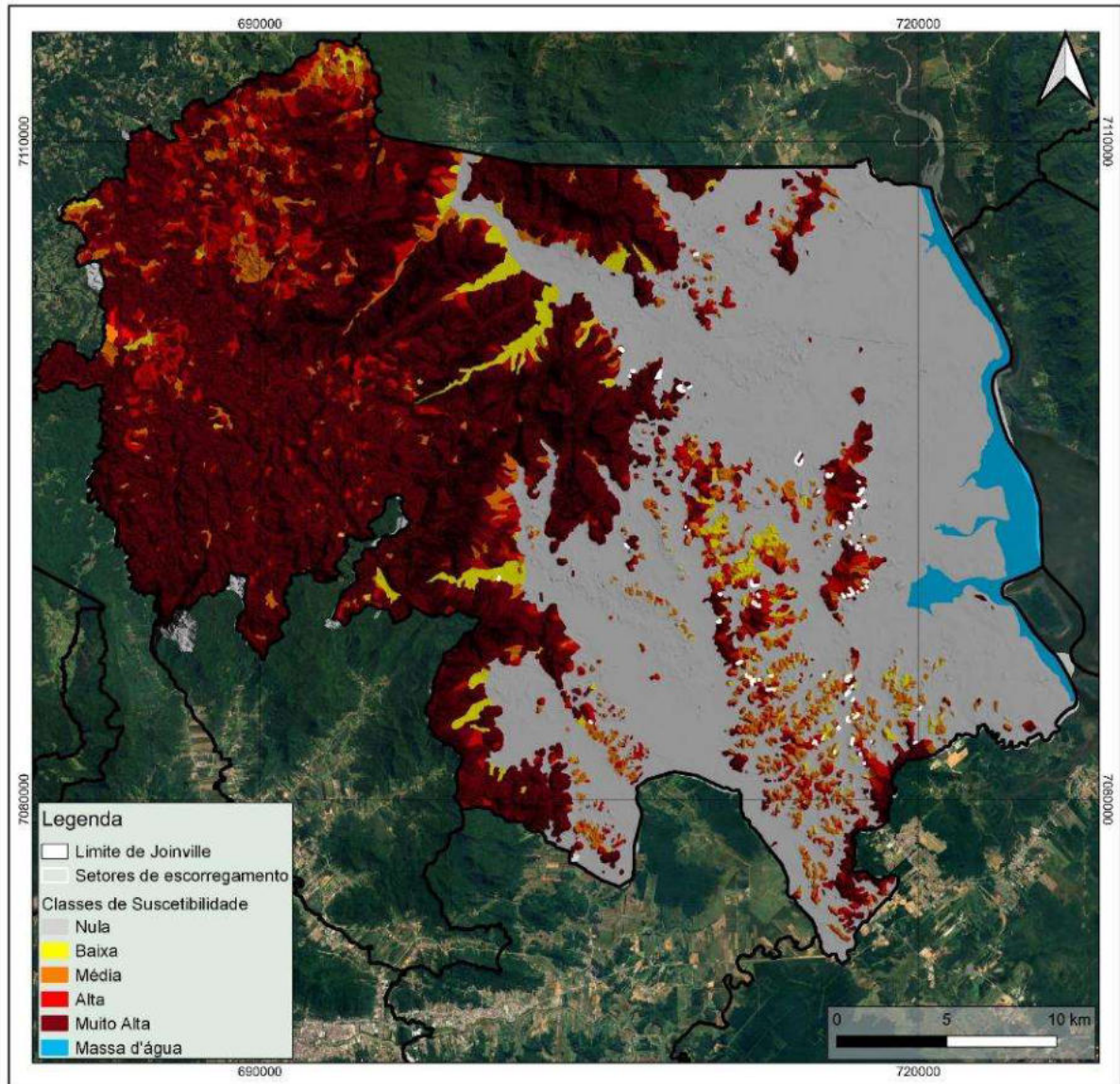
• DESLIZAMENTOS

Durante a realização da etapa de mapeamento das áreas alvo de risco geológico, realizou-se o detalhamento e descrição dos setores de risco, descrevendo setores com comportamentos homogêneos diante do risco geológico, totalizando 121 setores de análise. Em seguida, estes setores foram avaliados quanto à classificação da UBC dentro da qual estão inseridos, desta maneira observou-se que cerca de 85% dos setores de risco mapeados encontravam-se inseridos em áreas com classificação de suscetibilidade alta ou muito alta a eventos geológicos. A seguir, o **Quadro 4.1.1-1** apresenta detalhadamente a distribuição dos setores e suas classificações de suscetibilidade, as quais podem ser visualizadas na **Figura 4.1.1-1**.

Quadro 4.1.1.-1. Distribuição das classes de suscetibilidade a eventos geológicos

| Suscetibilidade | Total Setores | Porcentagem |
|-----------------|---------------|-------------|
| Nula | 2 | 1,7% |
| Baixa | 1 | 0,8% |
| Média | 17 | 14,0% |
| Alta | 45 | 37,2% |
| Muito Alta | 56 | 46,3% |
| Total | 121 | |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 4.1.1-1. Mapa de suscetibilidade a deslizamentos

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

A suscetibilidade a eventos geológicos também foi analisada de maneira detalhada em função das bacias onde estes setores de risco estão localizados. Destaca-se que cerca de 49% dos setores de risco avaliados estão inseridos no contexto da bacia do Rio Cachoeira, a qual apresenta 45 setores com suscetibilidade alta ou muito alta, o correspondente a cerca de 38% do total avaliado. As bacias Independentes da Vertente Sul e do Rio Cubatão apresentaram 22 setores com suscetibilidade alta e muito alta, ou seja, cerca de 18% do total em

cada bacia. A seguir, o **Quadro 4.1.1-2** apresenta detalhadamente a distribuição dos setores e suas classificações de suscetibilidade discretizadas por suas respectivas bacias.

Quadro 4.1.1-2. Distribuição das classes de suscetibilidade a eventos geológicos detalhadas em função das bacias onde estão inseridas.

| Bacia | Suscetibilidade a processos geológicos | | | | | Total |
|---------------------------------|--|----------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | Nula | Baixa | Média | Alta | Muito alta | |
| Independentes da Vertente Leste | - | - | - | 3 (2,5%) | 19 (15,7%) | 22 (18,2%) |
| Independentes da Vertente Sul | - | - | - | 2 (1,7%) | 1 (0,8%) | 3 (2,5%) |
| Palmital | - | - | - | 2 (1,7%) | - | 2 (1,7%) |
| Rio Cachoeira | - | - | 14 (11,6%) | 33 (27,3%) | 12 (9,9%) | 59 (48,8%) |
| Rio Cubatão | 2 (1,7%) | - | - | 2 (1,7%) | 18 (14,9%) | 22 (18,2%) |
| Rio Piraí | - | 1 (0,8%) | 3 (2,5%) | 3 (2,5%) | 6 (5,0%) | 13 (10,7%) |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

- CORRIDA DE MASSA

Durante a realização da etapa de mapeamento das áreas alvo de risco geológico, realizou-se o detalhamento e descrição dos setores de risco, descrevendo setores com comportamentos homogêneos diante do risco geológico, totalizando 121 setores de análise.

Em seguida os setores foram avaliados quanto ao nível máximo de atingimento registrado pela simulação de corrida de massa, e assim classificados quanto a sua suscetibilidade para este tipo de evento, conforme intervalos de nível de atingimento descritos no **Quadro 4.1.1-3**. Desta maneira observou-se que de 33% dos setores de risco mapeados encontravam-se inseridos em áreas com classificação de suscetibilidade alta ou média a eventos geológicos do tipo corrida de massa. A seguir, o **Quadro 4.1.1-4** apresenta detalhadamente a distribuição dos setores e suas classificações de suscetibilidade.

Quadro 4.1.1-3. Distribuição das classes de suscetibilidade a eventos geológicos do tipo corrida de massa.

| Suscetibilidade | Total Setores | Porcentagem |
|-----------------|---------------|-------------|
| Nula | 58 | 47,9% |
| Baixa | 23 | 19,0% |
| Média | 24 | 19,8% |
| Alta | 16 | 13,2% |
| Total | 121 | |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

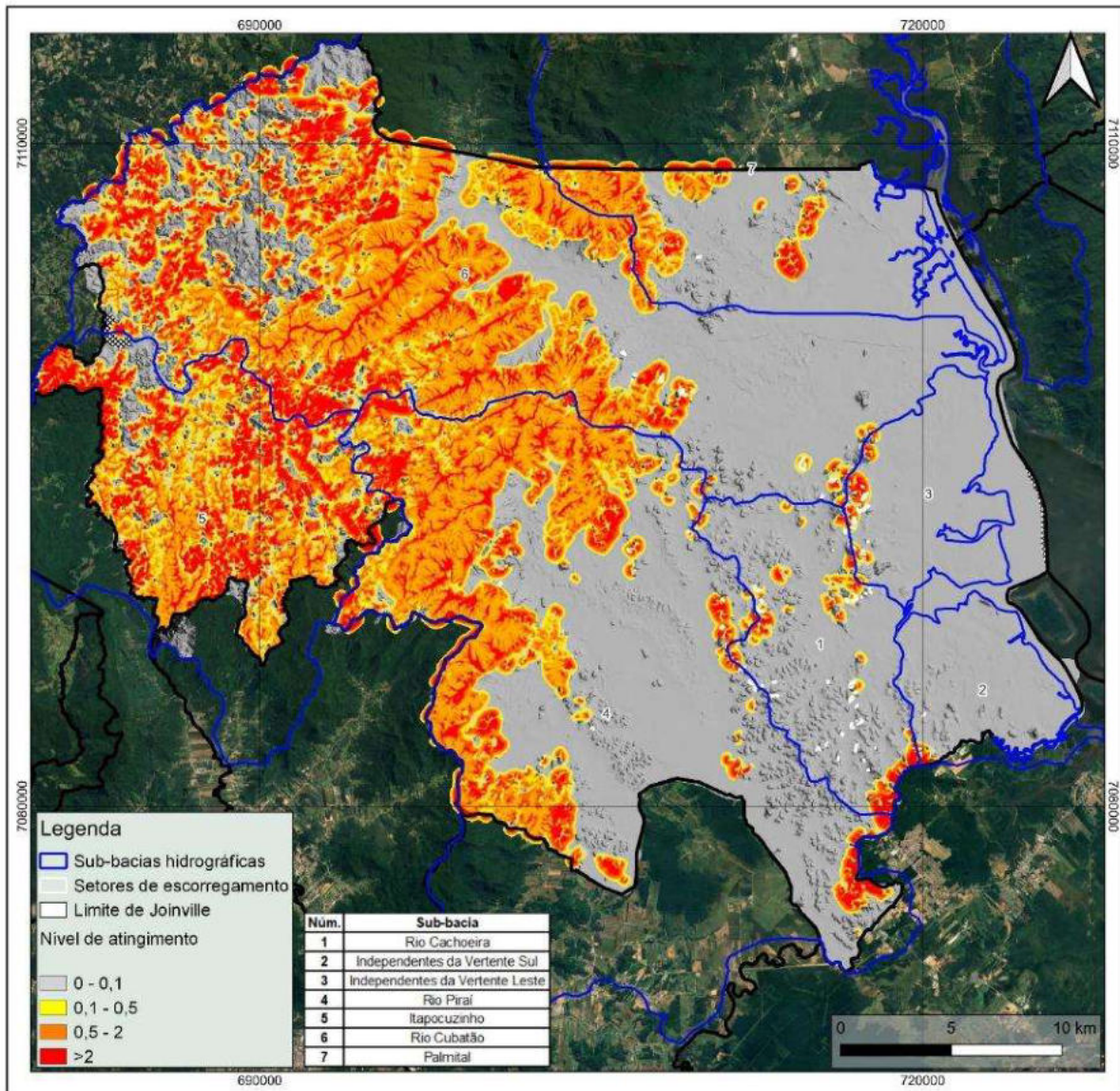
A suscetibilidade a eventos geológicos do tipo corrida de massa também foi analisada de maneira detalhada em função das bacias onde estes setores de risco estão localizados. Destaca-se que as bacias Independentes da Vertente Leste e do Rio Cubatão apresentaram 6 setores com suscetibilidade alta cada um. A seguir, o **Quadro 4.1.1-3** apresenta detalhadamente a distribuição dos setores e suas classificações de suscetibilidade discretizadas por suas respectivas bacias, as quais podem ser visualizadas na **Figura 4.1.1-2**.

Quadro 4.1.1-4. Distribuição das classes de suscetibilidade a eventos geológicos do tipo corrida de massa, detalhadas em função das bacias onde estão inseridas.

| Bacia | Suscetibilidade a processos geológicos | | | | |
|---------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | Nula | Baixa | Média | Alta | Total |
| Independentes da Vertente Leste | 1 (0,8%) | 7 (5,8%) | 8 (6,6%) | 6 (5,0%) | 22 (18,2%) |
| Independentes da Vertente Sul | 2 (1,7%) | - | - | 1 (0,8%) | 3 (2,5%) |
| Palmital | 2 (1,7%) | - | - | - | 2 (1,7%) |
| Rio Cachoeira | 45 (37,2%) | 7 (5,8%) | 6 (5,0%) | 1 (0,8%) | 59 (48,8%) |
| Rio Cubatão | 3 (2,5%) | 6 (5,0%) | 7 (5,8%) | 6 (5,0%) | 22 (18,2%) |
| Rio Pirai | 5 (4,1%) | 3 (2,5%) | 3 (2,5%) | 2 (1,7%) | 13 (10,7%) |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 4.1.1-2. Mapa de suscetibilidade a corridas de massa



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.1.2. RESULTADOS DO MAPEAMENTO E SETORIZAÇÃO DE RISCO

No presente capítulo apresenta-se as informações de áreas-alvo para os mapeamentos de risco, áreas estas que foram indicadas pelos gestores municipais a partir do mapeamento da SBG (2018) (**Tabelas 2.1.1-1 e 2.1.1-3**).

A partir das áreas-alvo indicadas, foram mapeadas 84 áreas de risco, resultando em 131 setores no município, com abrangência de 0,66 km². Eventualmente, algumas dessas áreas de risco poderão aparecer indicadas tanto para os processos geológicos quanto para os processos hidrológicos, pois uma área de risco pode apresentar um ou mais processos geodinâmicos atuantes. O exemplo mais recorrente é a ocorrência de processos de escorregamento (geológico). O mapeamento de risco realizado ocorreu entre os dias 4 de janeiro e 29 de março de 2024. Observando-se as premissas para setorização de risco das áreas-alvo selecionadas, com abrangência total.

Os resultados da setorização de risco de processos geológicos, estão apresentados nas **Tabelas 4.1.2-1 a 4.1.2-3**. Sendo, os primeiros uma síntese das indicações, e o terceiro uma análise mais completa. Os formulários resultantes, preenchidos com os resultados obtidos pelo mapeamento e acompanhados dos respectivos mapas com as setorizações estão apresentados no **ANEXO F**.

Tabela 4.1.2-1. Síntese das indicações e resultados do mapeamento de risco aos processos de movimentos de massa.

| Item | Qtde. | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Áreas-alvo | Áreas-alvo | 84 |
| | Abrangência (km²) | 0,66 |
| Áreas e Setores de Risco | Setores | 131 |
| | Abrangência (km²) | 1,07 |
| Áreas-alvo Descaracterizadas | Áreas | 2 |
| | Abrangência (km²) | 0,009 |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Tabela 4.1.2-2. Síntese dos resultados da setorização de risco aos processos de movimentos de massa.

| Processo | Áreas e Setores de Risco | | | |
|----------------------|--------------------------|-------------|--------------------------------|--------|
| | Quantidades | | Abrangência (km ²) | |
| | Setores | Edificações | | |
| ESC – Escorregamento | SM | 49 | 629 | 0,438 |
| | R3 | 44 | 418 | 0,332 |
| | R4 | 28 | 260 | 0,201 |
| SOL – Solapamento | SM | 4 | 10 | 0,004 |
| | R3 | 5 | 147 | 0,920 |
| | R4 | - | - | - |
| ERO – Erosão | SM | 1 | 8 | 0,0008 |
| | R3 | - | - | - |
| | R4 | - | - | - |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Tabela 4.1.2-3. Síntese dos resultados da setorização de risco aos processos de movimentos de massa.

| Área-Alvo / Setor de Risco | Coordenadas (UTM-22) | | Risco | Vulnerabilidade | Número de moradias | Casas de Alvenaria (%) | H encosta (m) | Inclinação encosta (°) | H Talude Natural (m) | Inclinação Talude Natural (°) | H Talude de Corte (m) | Inclinação Talude de Corte (°) |
|----------------------------|----------------------|---------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | UTM - X | UTM - Y | | | | | | | | | | |
| JOI/001/001/ESC/R3/V3 | 109998 | 7100683 | R3 - Alto | V3 - Alta | 21 | 80 | 20 | Média (30° - 60°) | 10 | 45 | 5 | 60 |
| JOI/001/002/ESC/R4/V2 | 110079 | 7100735 | R4 - Muito Alto | V2 - Moderada | 3 | 100 | 20 | Alta (60° - 90°) | | | 6 | 65 |
| JOI/002/001/ESC/SM/V2 | 110006 | 7094625 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 11 | 100 | 45 | Baixa (0° - 30°) | 25 | 26 | 6 | 70 |
| JOI/003/001/ESC/SM/V2 | 115117 | 7091718 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 18 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 30 | 30 | 5 | 80 |
| JOI/004/001/ESC/SM/V1 | 115014 | 7091424 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 5 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 30 | 20 | 8 | 90 |
| JOI/006/001/ESC/SM/V2 | 115263 | 7091433 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 16 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 30 | 30 | 5 | 50 |
| JOI/006/002/ESC/SM/V1 | 115191 | 7091313 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 4 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 40 | 30 | 3 | 80 |
| JOI/006/003/ESC/SM/V1 | 115146 | 7091326 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 4 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 40 | 20 | 3 | 90 |
| JOI/007/001/ESC/R4/V4 | 116442 | 7090867 | R4 - Muito Alto | V4 - Muito Alta | 11 | 60 | 35 | Baixa (0° - 30°) | 8 | 50 | 2 | 80 |
| JOI/007/002/ESC/SM/V3 | 116531 | 7090862 | R2 - Médio | V3 - Alta | 17 | 80 | 35 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 30 | 2 | 90 |
| JOI/007/003/ESC/R3/V4 | 116489 | 7090916 | R3 - Alto | V4 - Muito Alta | 2 | 67 | 35 | Baixa (0° - 30°) | 15 | 40 | 8 | 70 |
| JOI/007/004/ESC/SM/V3 | 116468 | 7090948 | R2 - Médio | V3 - Alta | 8 | 80 | 35 | Baixa (0° - 30°) | | | 3 | 80 |
| JOI/009/001/ESC/SM/V1 | 116632 | 7090858 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 6 | 100 | 90 | Baixa (0° - 30°) | 90 | 23 | 2,5 | 80 |
| JOI/010/001/ESC/SM/V3 | 116692 | 7090939 | R2 - Médio | V3 - Alta | 6 | 80 | 90 | Baixa (0° - 30°) | 90 | 20 | 1,5 | 90 |
| JOI/011/001/ESC/R3/V3 | 117907 | 7090650 | R3 - Alto | V3 - Alta | 4 | 75 | 75 | Baixa (0° - 30°) | 70 | 25 | 10 | 80 |
| JOI/012/001/ESC/R4/V3 | 118009 | 7090274 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 12 | 100 | 75 | Baixa (0° - 30°) | 75 | 40 | 8 | 80 |
| JOI/012/002/ESC/R3/V3 | 118090 | 7090307 | R3 - Alto | V3 - Alta | 17 | 100 | 100 | Baixa (0° - 30°) | 75 | 40 | 4 | 90 |
| JOI/012/003/ESC/R4/V3 | 118141 | 7090351 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 10 | 100 | 75 | Baixa (0° - 30°) | | | 7 | 90 |
| JOI/013/001/ESC/SM/V2 | 117951 | 7090117 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 21 | 100 | 65 | Baixa (0° - 30°) | 50 | 25 | 5 | 60 |
| JOI/013/002/ESC/R3/V1 | 118002 | 7090095 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 6 | 100 | 65 | Baixa (0° - 30°) | 50 | 25 | 20 | 60 |
| JOI/014/001/ESC/R4/V2 | 118121 | 7089742 | R4 - Muito Alto | V2 - Moderada | 14 | 100 | 55 | Baixa (0° - 30°) | 25 | 50 | 8 | 80 |
| JOI/014/002/ESC/R4/V2 | 118212 | 7089775 | R4 - Muito Alto | V2 - Moderada | 11 | 100 | 55 | Baixa (0° - 30°) | | | 8 | 80 |
| JOI/015/001/ESC/R4/V2 | 118057 | 7089627 | R4 - Muito Alto | V2 - Moderada | 8 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 50 | 40 | 7 | 80 |
| JOI/016/001/ESC/R4/V4 | 117957 | 7089602 | R4 - Muito Alto | V4 - Muito Alta | 10 | 50 | 80 | Baixa (0° - 30°) | 30 | 40 | 8 | 70 |
| JOI/017/001/ESC/R4/V3 | 117613 | 7089093 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 9 | 90 | 150 | Baixa (0° - 30°) | 150 | 50 | 10 | 70 |
| JOI/017/002/ESC/R3/V2 | 117601 | 7089204 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 12 | 100 | 150 | Baixa (0° - 30°) | 100 | 40 | 3 | 90 |

Tabela 4.1.2-3. Síntese dos resultados da setorização de risco aos processos de movimentos de massa.

| Área-Alvo / Setor de Risco | Coordenadas (UTM-22) | | Risco | Vulnerabilidade | Número de moradias | Casas de Alvenaria (%) | H encosta (m) | Inclinação encosta (°) | H Talude Natural (m) | Inclinação Talude Natural (°) | H Talude de Corte (m) | Inclinação Talude de Corte (°) |
|----------------------------|----------------------|---------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | UTM - X | UTM - Y | | | | | | | | | | |
| JOI/018/001/ESC/R4/V3 | 117600 | 7088990 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 10 | 100 | 125 | Baixa (0° - 30°) | 75 | 40 | 8 | 80 |
| JOI/019/001/ESC/R4/V3 | 117524 | 7088767 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 10 | 70 | 100 | Baixa (0° - 30°) | 50 | 50 | 8 | 80 |
| JOI/020/001/ESC/R3/V4 | 117246 | 7088528 | R3 - Alto | V4 - Muito Alta | 14 | 80 | 25 | Média (30° - 60°) | 20 | 40 | 12 | 90 |
| JOI/020/002/ESC/SM/V2 | 117191 | 7088600 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 9 | 100 | 25 | Média (30° - 60°) | | | 8 | 80 |
| JOI/021/001/ESC/R3/V1 | 116708 | 7087715 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 0 | 100 | 20 | Baixa (0° - 30°) | | | 6 | 90 |
| JOI/022/001/ESC/R3/V4 | 118264 | 7088166 | R3 - Alto | V4 - Muito Alta | 11 | 70 | 10 | Média (30° - 60°) | | | 8 | 50 |
| JOI/023/001/ESC/R4/V4 | 117669 | 7087859 | R4 - Muito Alto | V4 - Muito Alta | 12 | 90 | 100 | Média (30° - 60°) | | | 6 | 70 |
| JOI/024/001/ESC/R3/V1 | 118029 | 7087732 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 8 | 100 | 20 | Média (30° - 60°) | | | 6 | 80 |
| JOI/025/001/ESC/R3/V3 | 118109 | 7087708 | R3 - Alto | V3 - Alta | 1 | 100 | 20 | Média (30° - 60°) | | | 5 | 80 |
| JOI/026/001/ESC/R4/V3 | 117963 | 7087600 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 7 | 95 | 12 | Média (30° - 60°) | | | 12 | 90 |
| JOI/027/001/ESC/SM/V3 | 118141 | 7087552 | R2 - Médio | V3 - Alta | 4 | 50 | 40 | Média (30° - 60°) | | | 6 | 45 |
| JOI/029/001/ESC/R4/V2 | 118479 | 7086099 | R4 - Muito Alto | V2 - Moderada | 3 | 100 | 100 | Média (30° - 60°) | 20 | 30 | 5 | 60 |
| JOI/029/002/ESC/SM/V3 | 118440 | 7086145 | R2 - Médio | V3 - Alta | 33 | 90 | 100 | Baixa (0° - 30°) | | | 4 | 80 |
| JOI/029/003/ESC/R3/V4 | 118312 | 7086154 | R3 - Alto | V4 - Muito Alta | 3 | 50 | 100 | Média (30° - 60°) | | | 5 | 70 |
| JOI/030/001/ESC/SM/V3 | 118466 | 7085901 | R2 - Médio | V3 - Alta | 12 | 80 | 50 | Baixa (0° - 30°) | | | 4 | 70 |
| JOI/031/001/ESC/SM/V1 | 118295 | 7085827 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 6 | 100 | 65 | Baixa (0° - 30°) | | | | |
| JOI/032/001/ESC/R3/V3 | 118108 | 7085642 | R3 - Alto | V3 - Alta | 3 | 50 | 60 | Baixa (0° - 30°) | 25 | 20 | 2 | 90 |
| JOI/033/001/ESC/SM/V3 | 117828 | 7085670 | R2 - Médio | V3 - Alta | 44 | 80 | 100 | Baixa (0° - 30°) | | | 4 | 80 |
| JOI/033/002/ESC/SM/V4 | 117793 | 7085497 | R2 - Médio | V4 - Muito Alta | 12 | 75 | 100 | Baixa (0° - 30°) | | | 6 | 80 |
| JOI/033/003/ESC/R3/V4 | 117712 | 7085444 | R3 - Alto | V4 - Muito Alta | 3 | 60 | 100 | Média (30° - 60°) | | | 5 | 80 |
| JOI/033/004/ESC/SM/V3 | 117667 | 7085475 | R2 - Médio | V3 - Alta | 2 | 50 | 60 | Baixa (0° - 30°) | | | 4 | 80 |
| JOI/034/001/ESC/SM/V3 | 117448 | 7085442 | R2 - Médio | V3 - Alta | 18 | 90 | 80 | Baixa (0° - 30°) | | | 3 | 80 |
| JOI/035/001/ESC/R4/V1 | 113227 | 7085860 | R4 - Muito Alto | V1 - Baixa | 2 | 100 | 35 | Baixa (0° - 30°) | 8 | 50 | 4 | 50 |
| JOI/035/002/ESC/R3/V2 | 113265 | 7085744 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 9 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 40 | 30 | 2 | 90 |
| JOI/035/003/ESC/R4/V1 | 113451 | 7085708 | R4 - Muito Alto | V1 - Baixa | 4 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 40 | 30 | 25 | 90 |
| JOI/036/001/ESC/SM/V1 | 116764 | 7081698 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 2 | 100 | 25 | Baixa (0° - 30°) | 25 | 25 | 2 | 50 |

Tabela 4.1.2-3. Síntese dos resultados da setorização de risco aos processos de movimentos de massa.

| Área-Alvo / Setor de Risco | Coordenadas (UTM-22) | | Risco | Vulnerabilidade | Número de moradias | Casas de Alvenaria (%) | H encosta (m) | Inclinação encosta (°) | H Talude Natural (m) | Inclinação Talude Natural (°) | H Talude de Corte (m) | Inclinação Talude de Corte (°) |
|----------------------------|----------------------|---------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | UTM - X | UTM - Y | | | | | | | | | | |
| JOI/036/002/ESC/R3/V2 | 116750 | 7081747 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 11 | 100 | 25 | Média (30° - 60°) | 25 | 30 | 3,5 | 90 |
| JOI/037/001/ESC/R3/V3 | 117913 | 7081759 | R3 - Alto | V3 - Alta | 26 | 90 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 20 | 30 | 3 | 80 |
| JOI/037/002/ESC/SM/V2 | 117797 | 7081643 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 42 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 25 | 3 | 80 |
| JOI/039/001/ESC/SM/V3 | 118022 | 7081324 | R2 - Médio | V3 - Alta | 8 | 85 | 10 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 20 | 6 | 80 |
| JOI/040/001/ESC/R4/V2 | 117844 | 7081083 | R4 - Muito Alto | V2 - Moderada | 19 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 40 | 6 | 70 |
| JOI/041/001/ESC/SM/V2 | 117866 | 7081020 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 41 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 4 | 40 | 4 | 70 |
| JOI/043/001/ESC/R3/V1 | 118114 | 7080710 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 22 | 100 | 30 | Baixa (0° - 30°) | 5,5 | 60 | 2 | 80 |
| JOI/044/001/ESC/R4/V3 | 118334 | 7080004 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 20 | 90 | 15 | Baixa (0° - 30°) | | | 3 | 80 |
| JOI/044/002/ESC/SM/V2 | 118383 | 7080060 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 18 | 100 | 10 | Baixa (0° - 30°) | | | 1,5 | 90 |
| JOI/045/001/ESC/R3/V3 | 118143 | 7080051 | R3 - Alto | V3 - Alta | 1 | 100 | 10 | Média (30° - 60°) | | | 2,5 | 70 |
| JOI/046/001/ESC/SM/V1 | 118243 | 7079917 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 7 | 100 | 15 | Baixa (0° - 30°) | 4 | 30 | 2 | 80 |
| JOI/047/001/ESC/R4/V4 | 117885 | 7079810 | R4 - Muito Alto | V4 - Muito Alta | 39 | 70 | 45 | Baixa (0° - 30°) | 12 | 30 | 6 | 90 |
| JOI/047/002/ESC/SM/V1 | 117925 | 7079918 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 3 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | | | 3 | 90 |
| JOI/048/001/ESC/R4/V4 | 117980 | 7079712 | R4 - Muito Alto | V4 - Muito Alta | 3 | 60 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 12 | 40 | 8 | 80 |
| JOI/048/002/ESC/R3/V3 | 117978 | 7079742 | R3 - Alto | V3 - Alta | 8 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 12 | 40 | 8 | 80 |
| JOI/049/001/ESC/SM/V2 | 121027 | 7078885 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 16 | 100 | 75 | Média (30° - 60°) | | | 6 | 60 |
| JOI/050/001/ESC/R3/V1 | 119038 | 7078833 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 0 | 100 | 25 | Baixa (0° - 30°) | | | 3,5 | 60 |
| JOI/050/002/ESC/SM/V1 | 119043 | 7078859 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 0 | 100 | 25 | Baixa (0° - 30°) | | | 3,5 | 50 |
| JOI/051/001/ESC/SM/V4 | 118198 | 7078947 | R2 - Médio | V4 - Muito Alta | 7 | 40 | 10 | Baixa (0° - 30°) | | | 3 | 80 |
| JOI/052/001/ESC/SM/V2 | 118158 | 7078776 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 41 | 100 | 20 | Baixa (0° - 30°) | | | 4 | 80 |
| JOI/052/002/ESC/R3/V3 | 118213 | 7078899 | R3 - Alto | V3 - Alta | 2 | 50 | 7 | Média (30° - 60°) | | | 5 | 75 |
| JOI/054/001/ESC/R3/V1 | 118550 | 7078294 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 5 | 100 | 10 | Média (30° - 60°) | 10 | 30 | 5 | 60 |
| JOI/054/002/ESC/SM/V1 | 118563 | 7078243 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 8 | 100 | 10 | Média (30° - 60°) | | | 5 | 70 |
| JOI/055/001/ESC/R3/V1 | 118747 | 7077825 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 7 | 100 | 20 | Média (30° - 60°) | | | 4 | 70 |
| JOI/055/002/ESC/SM/V1 | 118778 | 7077831 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 5 | 100 | 10 | Baixa (0° - 30°) | | | 4 | 70 |
| JOI/056/001/ESC/SM/V1 | 116369 | 7078652 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 0 | 100 | 35 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 30 | | |

Tabela 4.1.2-3. Síntese dos resultados da setorização de risco aos processos de movimentos de massa.

| Área-Alvo / Setor de Risco | Coordenadas (UTM-22) | | Risco | Vulnerabilidade | Número de moradias | Casas de Alvenaria (%) | H encosta (m) | Inclinação encosta (°) | H Talude Natural (m) | Inclinação Talude Natural (°) | H Talude de Corte (m) | Inclinação Talude de Corte (°) |
|----------------------------|----------------------|---------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | UTM - X | UTM - Y | | | | | | | | | | |
| JOI/057/001/ESC/R3/V2 | 116496 | 7078696 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 14 | 100 | 25 | Média (30° - 60°) | | | 10 | 60 |
| JOI/058/001/ESC/R3/V1 | 116798 | 7078858 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 4 | 100 | 10 | Média (30° - 60°) | | | 6 | 60 |
| JOI/059/001/ESC/R3/V1 | 116834 | 7078971 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 8 | 100 | 13 | Alta (60° - 90°) | | | 10 | 70 |
| JOI/060/001/ESC/SM/V2 | 117482 | 7079416 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 14 | 100 | 20 | Baixa (0° - 30°) | | | | |
| JOI/060/002/ESC/R4/V1 | 117519 | 7079417 | R4 - Muito Alto | V1 - Baixa | 3 | 100 | 20 | Baixa (0° - 30°) | 5 | 20 | 6 | 80 |
| JOI/062/001/ESC/R4/V1 | 114380 | 7081023 | R4 - Muito Alto | V1 - Baixa | 8 | 100 | 30 | Baixa (0° - 30°) | 8 | 40 | 4 | 80 |
| JOI/062/002/ESC/SM/V1 | 114489 | 7081019 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 6 | 100 | 30 | Baixa (0° - 30°) | 12 | 40 | 3 | 70 |
| JOI/062/003/ESC/SM/V2 | 114236 | 7080997 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 14 | 100 | 30 | Baixa (0° - 30°) | 7 | 40 | 2 | 80 |
| JOI/063/001/ESC/R3/V2 | 114355 | 7081627 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 10 | 100 | 25 | Baixa (0° - 30°) | 15 | 75 | | |
| JOI/063/002/ESC/SM/V1 | 114267 | 7081616 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 8 | 100 | 25 | Baixa (0° - 30°) | 8 | 60 | | |
| JOI/064/001/ESC/R3/V3 | 113796 | 7081425 | R3 - Alto | V3 - Alta | 6 | 90 | 20 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 30 | 5 | 50 |
| JOI/065/001/ESC/SM/V3 | 113547 | 7081377 | R2 - Médio | V3 - Alta | 17 | 80 | 30 | Baixa (0° - 30°) | 6 | 30 | 2 | 50 |
| JOI/065/002/ESC/R3/V4 | 113443 | 7081281 | R3 - Alto | V4 - Muito Alta | 23 | 80 | 30 | Baixa (0° - 30°) | | | 6 | 65 |
| JOI/066/001/ESC/R3/V2 | 113201 | 7081590 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 12 | 100 | 15 | Baixa (0° - 30°) | 15 | 40 | | |
| JOI/066/002/ESC/SM/V0 | 113310 | 7081507 | R2 - Médio | V0 - Nula | 11 | 100 | 15 | Baixa (0° - 30°) | 15 | 20 | 5 | 60 |
| JOI/067/001/ESC/R4/V1 | 112794 | 7082131 | R4 - Muito Alto | V1 - Baixa | 7 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 18 | 70 | 2 | 90 |
| JOI/067/002/ESC/SM/V2 | 112890 | 7082190 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 12 | 100 | 35 | Baixa (0° - 30°) | | | 3 | 60 |
| JOI/068/001/ESC/R4/V1 | 111810 | 7085237 | R4 - Muito Alto | V1 - Baixa | 6 | 100 | 65 | Baixa (0° - 30°) | 65 | 22 | 12 | 80 |
| JOI/071/001/ESC/R3/V2 | 101729 | 7085493 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 12 | 100 | 35 | Baixa (0° - 30°) | 35 | 5 | | |
| JOI/073/001/ESC/R3/V1 | 107425 | 7087290 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 7 | 100 | 75 | Baixa (0° - 30°) | 25 | 25 | 8 | 80 |
| JOI/073/002/ESC/R4/V4 | 107514 | 7087210 | R4 - Muito Alto | V4 - Muito Alta | 0 | 0 | 75 | Baixa (0° - 30°) | 50 | 25 | 6 | 70 |
| JOI/074/001/ESC/SM/V1 | 110118 | 7088242 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 4 | 100 | 20 | Baixa (0° - 30°) | | | 6 | 50 |
| JOI/075/001/ESC/SM/V0 | 110278 | 7088094 | R2 - Médio | V0 - Nula | 3 | 100 | 25 | Baixa (0° - 30°) | | | 8 | 50 |
| JOI/076/001/ESC/R4/V4 | 108525 | 7095063 | R4 - Muito Alto | V4 - Muito Alta | 9 | 10 | 125 | Baixa (0° - 30°) | 85 | 25 | 4 | 80 |
| JOI/076/002/ESC/R3/V3 | 108589 | 7095089 | R3 - Alto | V3 - Alta | 15 | 80 | 125 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 60 | 4 | 80 |
| JOI/076/003/ESC/SM/V1 | 108628 | 7095261 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 4 | 100 | 120 | Baixa (0° - 30°) | 100 | 25 | 3 | 50 |

Tabela 4.1.2-3. Síntese dos resultados da setorização de risco aos processos de movimentos de massa.

| Área-Alvo / Setor de Risco | Coordenadas (UTM-22) | | Risco | Vulnerabilidade | Número de moradias | Casas de Alvenaria (%) | H encosta (m) | Inclinação encosta (°) | H Talude Natural (m) | Inclinação Talude Natural (°) | H Talude de Corte (m) | Inclinação Talude de Corte (°) |
|----------------------------|----------------------|---------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------|---------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | UTM - X | UTM - Y | | | | | | | | | | |
| JOI/080/001/ESC/R3/V3 | 107383 | 7095216 | R3 - Alto | V3 - Alta | 20 | 90 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 35 | 20 | 6 | 80 |
| JOI/082/001/ESC/R3/V1 | 106815 | 7096243 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 4 | 100 | 20 | Baixa (0° - 30°) | | | 10 | 80 |
| JOI/082/002/ESC/SM/V2 | 106810 | 7096187 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 21 | 100 | 20 | Baixa (0° - 30°) | 6 | 40 | 6 | 70 |
| JOI/141/001/ESC/SM/V1 | 113573 | 7085257 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 5 | 100 | 30 | Baixa (0° - 30°) | 15 | 60 | | |
| JOI/142/001/ESC/R3/V2 | 117381 | 7078295 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 17 | 100 | 10 | Média (30° - 60°) | | | 6 | 60 |
| JOI/143/001/ESC/SM/V3 | 107256 | 7095005 | R2 - Médio | V3 - Alta | 7 | 90 | 35 | Média (30° - 60°) | 35 | 25 | 5 | 35 |
| JOI/145/001/ESC/SM/V1 | 109521 | 7094586 | R2 - Médio | V1 - Baixa | 7 | 100 | 25 | Baixa (0° - 30°) | 25 | 30 | 10 | 50 |
| JOI/145/002/ESC/R3/V2 | 109462 | 7094548 | R3 - Alto | V2 - Moderada | 17 | 100 | 65 | Baixa (0° - 30°) | 40 | 30 | 10 | 50 |
| JOI/146/001/ESC/SM/V3 | 111851 | 7083998 | R2 - Médio | V3 - Alta | 11 | 90 | 80 | Baixa (0° - 30°) | 70 | 18 | 6 | 60 |
| JOI/147/001/ESC/R4/V3 | 106184 | 7079155 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 4 | 80 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 30 | 20 | 3 | 70 |
| JOI/148/001/ESC/R3/V3 | 117772 | 7089584 | R3 - Alto | V3 - Alta | 13 | 90 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 50 | 30 | 8 | 80 |
| JOI/148/002/ESC/SM/V2 | 117799 | 7089515 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 14 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | | | 3 | 70 |
| JOI/149/001/ESC/R3/V3 | 116126 | 7090123 | R3 - Alto | V3 - Alta | 13 | 90 | 15 | Baixa (0° - 30°) | 10 | 20 | 3 | 70 |
| JOI/150/001/ESC/R3/V1* | 113647 | 7084798 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 5 | 100 | 40 | Baixa (0° - 30°) | 40 | 23 | 2 | 90 |
| JOI/150/003/ESC/SM/V2* | 113412 | 7084872 | R2 - Médio | V2 - Moderada | 24 | 100 | 50 | Baixa (0° - 30°) | 30 | 25 | 3 | 90 |
| JOI/151/001/ESC/R4/V3 | 121187 | 7080479 | R4 - Muito Alto | V3 - Alta | 6 | 80 | 20 | Média (30° - 60°) | | | 7 | 60 |
| JOI/151/002/ESC/R3/V1 | 121154 | 7080424 | R3 - Alto | V1 - Baixa | 6 | 100 | 20 | Média (30° - 60°) | | | 6 | 45 |

* JOI/150 apresentou processos hidrológicos (JOI/150/002) e geológicos (JOI/150/001 e JOI/150/003).

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Importante destacar que a SBG em 2018 ao classificar os polígonos em riscos alto e muito alto, não apresentam informações relacionadas a área, e sobre os taludes, e por vezes são polígonos grandes cujo comportamento geotécnico acaba por ser heterogêneo, assim a metodologia considerou os apontamentos da SBG como áreas-alvo, e aplicando a metodologia Brasil (2007) as áreas foram subdivididas em setores homogêneos, e passados seis anos dos apontamentos, não faz sentido a comparação da classificação realizada nesse trabalho com o apresentado pela SBG.

Os setores de risco relevantes tiveram suas seções críticas definidas em campo, e plotadas em seções para as investigações geotécnicas, modelagens e o estudo de estabilidade.

4.1.2.1. RESULTADOS PARA CORRIDA DE MASSA

Devido à diferenciação metodológica, entre as áreas eleitas a sofrer processos de corridas de massa, e de escorregamento, a SBG indicou algumas áreas com o processo para corridas de massa, e próximos a áreas indicadas como suscetíveis no mapa de suscetibilidade 1:25.000 da SBG (IPT 2015). Essas áreas, não podem ser mapeadas pela metodologia Brasil (2007), e por isso, especificamente para as áreas mapeadas de processos de corridas de massa, apresenta-se separadamente as descrições das áreas de corrida de massa a seguir:

JOI/071

A área está localizada na Estrada do Salto, no bairro Vila Nova, os imóveis ocupam a base de uma encosta com relevo serrano, a porção basal está localizada na cota 50m, e o topo do trecho de serra chega aproximadamente até a cota 800m. No local foram identificados relatos de ocorrências de corridas de lama em 2008 e 2011, com atingimento dos imóveis pelo material mobilizado, porém sem prejuízos estruturais aos imóveis. Ao longo do terreno na base desta encosta observam-se blocos rochosos de diferentes tamanhos e formatos, sendo identificados blocos com cerca de 3,0m de lado maior, próximo aos imóveis. Drenagens intermitentes são observados na área, contendo blocos rochosos de tamanhos e formatos variados ao longo de seus canais. As características geológicas e geomorfológicas observadas no local indicam que a área é suscetível à ocorrência de corridas de lama, e o estudo de suscetibilidade à corrida de lama desenvolvido a partir dos dados indiretos corrobora com as evidências observadas em campo.

O estudo feito com o software RAMMS indica que a área JOI/071 pode se comportar como área de atingimento deste processo, e no pior cenário avaliado, podendo ser atingida por uma altura máxima de 0,50m de material mobilizado, afetando 03 imóveis.

Foto 4.1.2.1-1: Visão geral da área estudada, casas na base da encosta com cota 50m e topo da serra chegando a aproximadamente a 800m de altitude.



Foto 4.1.2.1-2: Moradias localizadas na base da encosta, risco de atingimento por corrida de lama.



Foto 4.1.2-4.1: Detalhe para drenagens na base da encosta.



Foto 4.1.2.1-3: Moradias localizadas na base da encosta, risco de atingimento por corrida de lama.



Foto 4.1.2-5.1: Detalhe para blocos rochosos na base da encosta.



JOI/077

A área está localizada na Rua Lauro Tobler, no bairro Pirabeiraba, os imóveis ocupam um trecho de meia encosta em local com relevo serrano, os imóveis da porção mais baixa da área estão localizados aproximadamente na cota 100m, os imóveis do topo estão aproximadamente na cota 180m, enquanto o topo do trecho de serra chega aproximadamente até a cota 550m.

Segundo o relato de moradores que ocupam o local há cerca de 40 anos, em 1995 após chuvas intensas ocorreram escorregamentos nas margens da drenagem local, porém sem atingimento direto dos imóveis e prejuízos estruturais aos mesmos. Ao longo do terreno na base desta encosta observam-se blocos rochosos de diferentes tamanhos e formatos, sendo identificados blocos com cerca de 2,0m de lado maior, próximo ao canal de drenagem e aos imóveis.

As características geológicas e geomorfológicas observadas no local indicam que a área é suscetível à ocorrência de corridas de lama, e o estudo de suscetibilidade à corrida de lama desenvolvido a partir dos dados indiretos corrobora com as evidências observadas em campo.

O estudo feito com o software RAMMS indica que a área JOI/077 pode se comportar como área de atingimento deste processo, e no pior cenário avaliado, podendo ser atingida por uma altura máxima de 2,14m de material mobilizado, afetando aproximadamente 85 imóveis.

Foto 4.1.2.1-6: Moradias localizadas na meia encosta, risco de atingimento por escorregamentos e corrida de lama.



Foto 4.1.2.1-7: Moradias localizadas na meia encosta, risco de atingimento por escorregamentos e corrida de lama.



Foto 4.1.2.1-8: Detalhe para blocos rochosos ao longo da encosta.



Foto 4.1.2.1-9: Detalhe para drenagem ao longo da encosta.



Foto 4.1.2.1-10: Detalhe para drenagem ao longo da encosta.



Foto 4.1.2.1-11: Detalhe para blocos rochosos ao longo da encosta.



JOI/083

A área está localizada na altura do km 05 da Estrada Dona Francisca (SC-418), os imóveis ocupam a base de uma encosta com relevo serrano, a porção basal está localizada na cota 130m, e o topo do trecho de serra chega aproximadamente até a cota 700m.

No local foram identificados relatos de ocorrências de corridas de lama em 1995, com atingimento cerca de 10 imóveis pelo material mobilizado, com prejuízos estruturais aos imóveis e atingimento da drenagem pela lama e detritos mobilizados na ocasião, moradores relatam que em eventos de chuva intensa ocorrem enxurradas e observa-se a presença de lama na drenagem.

Ao longo do terreno na base desta encosta observam-se blocos rochosos de diferentes tamanhos e formatos, sendo identificados blocos com cerca de 4,0m de lado maior, próximo à drenagem e aos imóveis. Drenagem perene observada na área, contendo blocos rochosos de tamanhos e formatos variados ao longo de seus canais.

As características geológicas e geomorfológicas observadas no local indicam que a área é suscetível à ocorrência de corridas de lama, e o estudo de suscetibilidade à corrida de lama desenvolvido a partir dos dados indiretos corrobora com as evidências observadas em campo.

O estudo feito com o software RAMMS indica que a área JOI/083 pode se comportar como área de atingimento deste processo, e no pior cenário avaliado, podendo ser atingida por uma altura máxima de 0,65m de material mobilizado, afetando aproximadamente 30 imóveis.

Foto 4.1.2.1-12: Visão geral da drenagem da área de estudo, presença de blocos rochosos de tamanho e formatos variados ao longo de toda a drenagem.



Foto 4.1.2.1-13: Moradias próximas à drenagem na base da encosta, presença de blocos rochosos de tamanho e formatos variados.



Foto 4.1.2.1-15: Moradias próximas à drenagem na base da encosta, presença de blocos rochosos de tamanho e formatos variados.



Foto 4.1.2.1-14: Detalhe para drenagem na base da encosta, presença de blocos rochosos de tamanho e formatos variados.



Foto 4.1.2.1-16: Detalhe para drenagem na base da encosta, presença de blocos rochosos de tamanho e formatos variados.



JOI/084

A área está localizada na estrada do Quiriri, bairro do Quiriri, os imóveis ocupam a base de uma encosta com relevo serrano, a porção basal está localizada na cota 100m, e o topo do trecho de serra chega aproximadamente até a cota 800m.

No local foram não identificados relatos de ocorrências de corridas de lama, mesmo diante da ocorrência de chuvas intensas. Segundo os moradores, as chuvas intensas elevam o nível e a velocidade da drenagem local, porém sem carregar lama ou detritos. No local ocorrem blocos rochosos arredondados e de pequeno porte ao longo da drenagem, inferiores a 0,5m de lado maior.

As características geológicas e geomorfológicas observadas no local não indicam que a área seja suscetível à ocorrência de corridas de lama, e o estudo de suscetibilidade à corrida de lama desenvolvido a partir dos dados indiretos corrobora com as evidências observadas em campo, apontando que esta área se encontra fora dos limites de atingimento de uma possível corrida de lama.

Foto 4.1.2.1-17: Detalhe para drenagem intermitente com blocos rochosos de pequeno porte.



Foto 4.1.2.1-18: Detalhe para drenagem na base da encosta, sem blocos de rocha ao longo do canal.



Foto 4.1.2.1-19: Moradias próximas à drenagem na base da encosta, presença de blocos rochosos de pequeno porte.



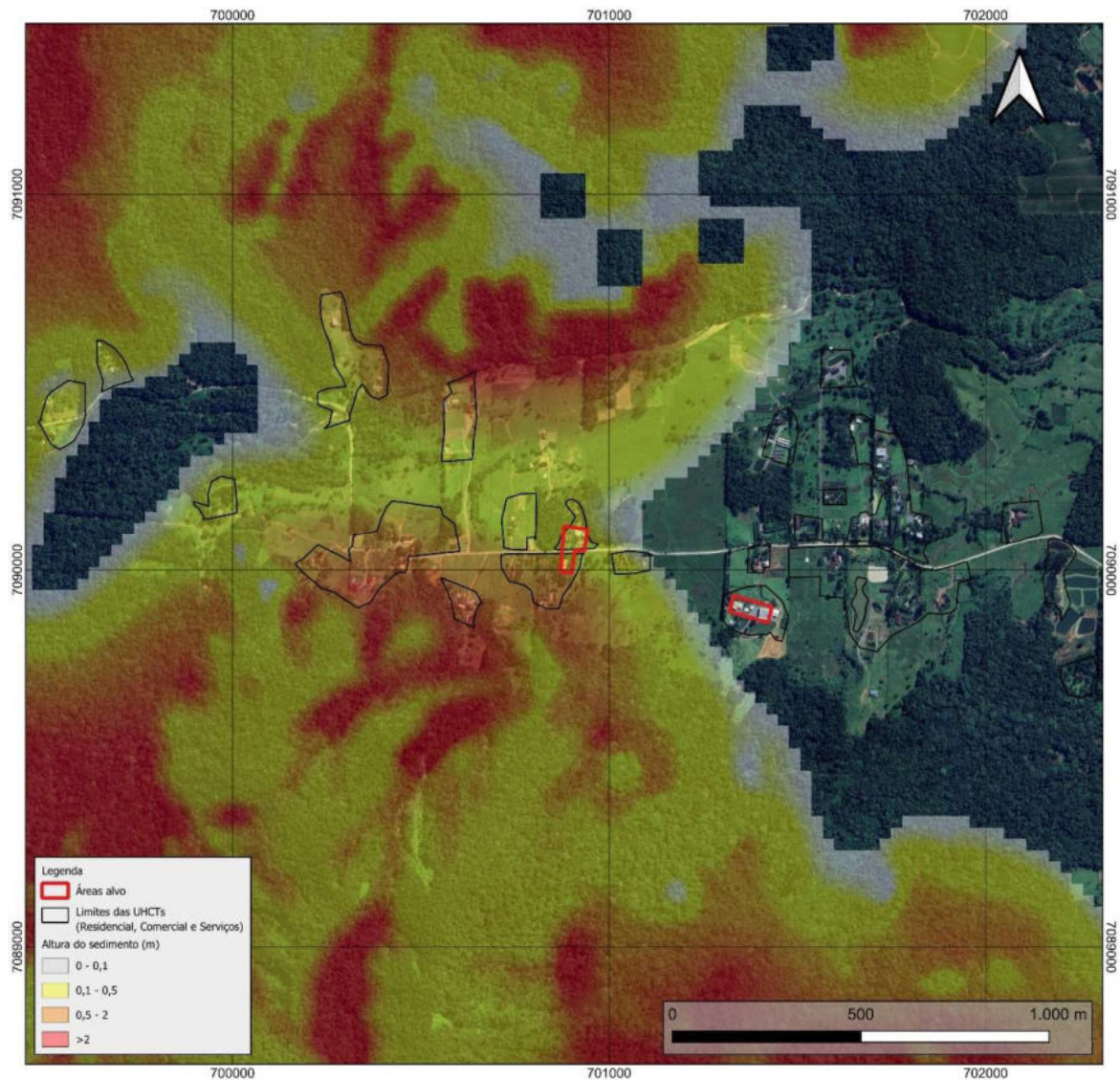
Foto 4.1.2.0.1-1: Moradias próximas à drenagem na base da encosta.



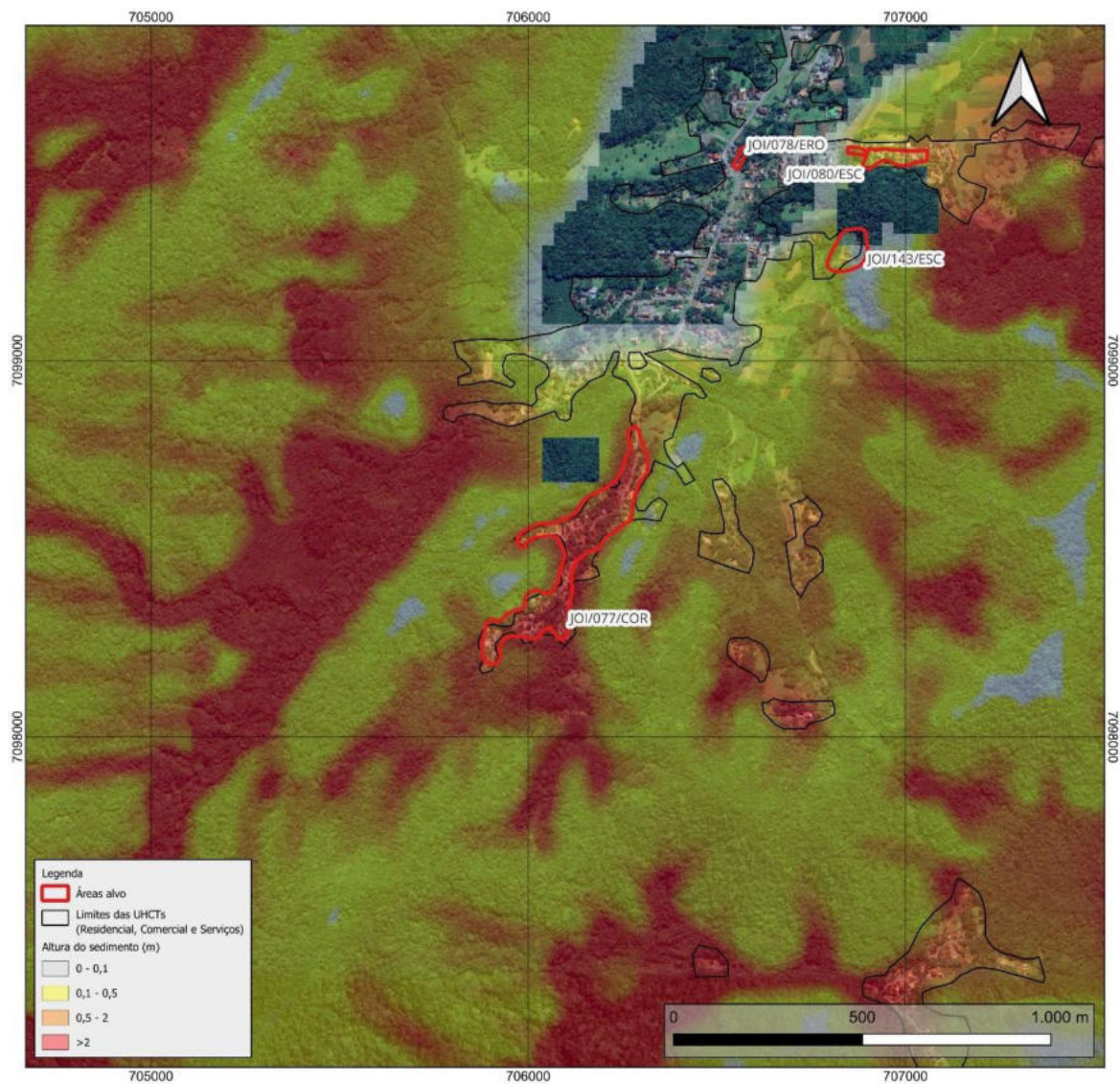
O **Quadro 4.1.2.1-1** abaixo apresenta um resumo dos resultados para áreas alvo para processo de corrida de massa, com dados extraídos dos mapas apresentados nas **Figuras 4.1.2.1-1 a 4.1.2.1-4**.

Quadro 4.1.2.1-1. Resumo dos resultados para corrida de massa.

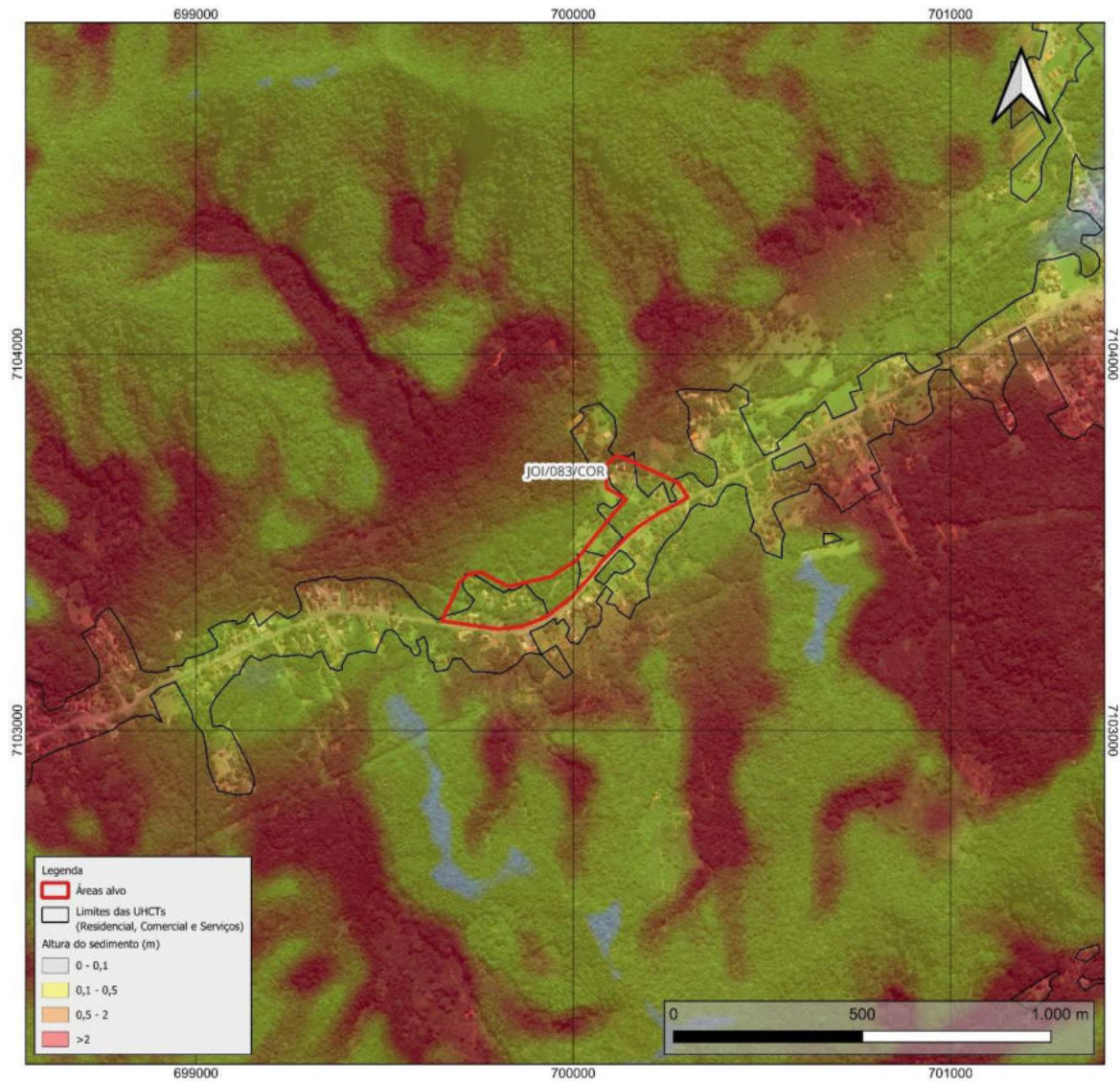
| Áreas de Risco | Processos | Altura Pior Cenário | Suscetibilidade | Imóveis expostos | Observações |
|----------------|---|---------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| JOI/071 | Corrida de lama | 0,50m | Baixa | 3 | Ocorrência em 2011 |
| JOI/077 | Corrida de lama e escorregamentos planares | 2,14m | Alta | aprox. 85 | Ocorrência em 1995 |
| JOI/083 | Corrida de lama | 0,65m | Média | aprox. 30 | Ocorrência em 1995 |
| JOI/084 | Fora do limite esperado de corridas de lama | - | Nula | - | - |

Figura 4.1.2.1-1. Área alvo JOI/071 – escala 1:10.000.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

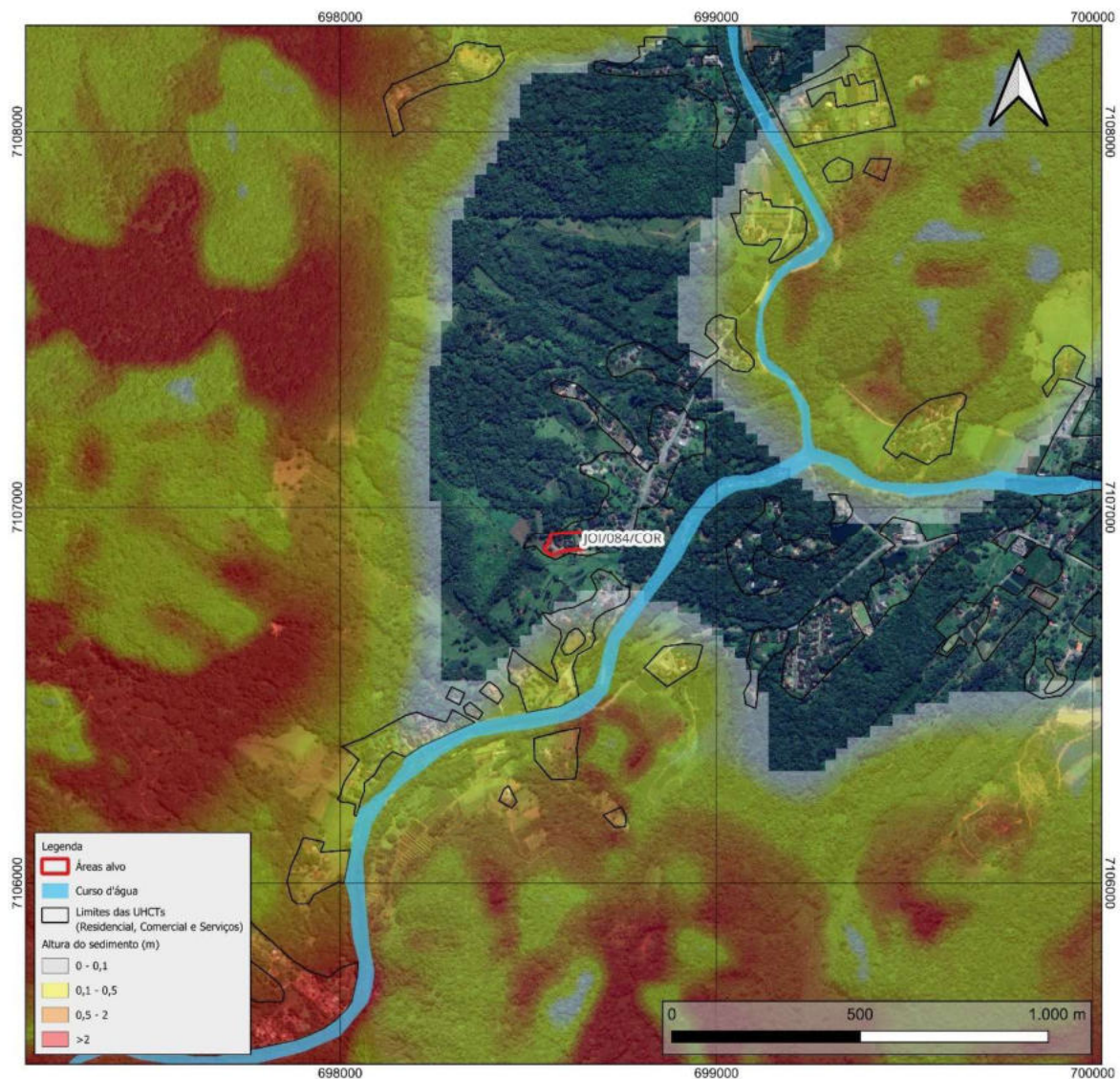
Figura 4.1.2.1-2. Área alvo JOI/077 – escala 1:10.000.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Figura 4.1.2.1-3. Área alvo JOI/083 – escala 1:10.000.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Figura 4.1.2.1-4. Área alvo JOI/084 – escala 1:10.000.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio

4.1.3. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

4.1.3.1. SONDAGENS

Os trabalhos de perfuração e classificação do solo foram realizados por duas empresas, a empresa Solos Ville Laboratório de Solos Asfalto e Concreto e a empresa Strato Sondagens. Iniciando na primeira semana de janeiro e término na primeira semana de maio de 2024, e foram acompanhadas de geólogos e engenheiros, que realizaram a avaliação e os refinamentos na classificação e discretização das amostras coletadas. As sondagens mecânicas foram realizadas com o objetivo principal de reconhecer e caracterizar em profundidade o substrato dos setores de risco. A **Tabelas 4.1.3.1-1** apresenta os dados das sondagens realizadas pelas empresas supracitadas contendo as datas de início e término, nome dos setores, coordenadas e profundidade de cada trabalho. Os boletins e demais documentos relativos à sondagem estão apresentados no **Anexo A**.

Tabela 4.1.3.1-1. Lista de todas as sondagens realizadas pelas empresas contratadas.

| Data Início | Data Término | Área | Coordenadas (UTM - 22) | | Profundidade (m) |
|-------------|--------------|---------------|------------------------|-----------|------------------|
| | | | UTM - X | UTM - Y | |
| 05/04/2024 | 05/04/2024 | JOI_001_001 | 709.899 | 7.104.776 | 10,45 |
| 03/04/2024 | 04/04/2024 | JOI_002_002 | 709.935 | 7.104.880 | 10,45 |
| 23/02/2024 | 26/02/2024 | JOI_003_001 | 714.496 | 7.095.590 | 5,00 |
| 26/02/2024 | 27/02/2024 | JOI_006_001 A | 714.731 | 7.095.503 | 3,30 |
| 27/02/2024 | 28/02/2024 | JOI_006_001 B | 714.731 | 7.095.503 | 10,00 |
| 24/02/2024 | 24/02/2024 | JOI_007_001 | 715.842 | 7.094.760 | 8,38 |
| 27/02/2024 | 27/02/2024 | JOI_008_001 | 715.862 | 7.094.831 | 10,45 |
| 24/02/2024 | 24/02/2024 | JOI_008_002 | 715.825 | 7.094.793 | 10,45 |
| 23/02/2024 | 23/02/2024 | JOI_009_001 A | 716.006 | 7.094.747 | 3,52 |
| 23/02/2024 | 23/02/2024 | JOI_009_002 A | 716.028 | 7.094.678 | 4,41 |
| 23/02/2024 | 23/02/2024 | JOI_009_002 B | 716.021 | 7.094.676 | 3,23 |
| 29/01/2024 | 30/01/2024 | JOI_011_001 | 717.318 | 7.094.470 | 9,48 |
| 15/02/2024 | 17/02/2024 | JOI_011_002 | 717.255 | 7.094.514 | 10,29 |
| 29/01/2024 | 30/01/2024 | JOI_012_001 | 717.375 | 7.094.057 | 9,46 |
| 31/01/2024 | 01/02/2024 | JOI_012_002 | 717.375 | 7.094.057 | 9,45 |
| 08/02/2024 | 09/02/2024 | JOI_013_001 | 717.407 | 7.093.904 | 10,47 |
| 18/01/2024 | 19/01/2024 | JOI_014_001 | 717.504 | 7.093.481 | 8,60 |
| 17/01/2024 | 17/01/2024 | JOI_014_002 | 717.455 | 7.093.564 | 2,46 |
| 19/01/2024 | 25/01/2024 | JOI_015_001 A | 717.402 | 7.093.445 | 3,15 |
| 25/01/2024 | 25/01/2024 | JOI_015_001 B | 717.402 | 7.093.445 | 2,00 |
| 25/01/2024 | 26/01/2024 | JOI_015_002 | 717.417 | 7.093.412 | 9,48 |
| 17/01/2024 | 17/01/2024 | JOI_016_001 A | 717.265 | 7.093.385 | 2,45 |
| 17/01/2024 | 17/01/2024 | JOI_016_001 B | 717.265 | 7.093.385 | 2,45 |
| 15/01/2024 | 15/01/2024 | JOI_017_001 | 716.923 | 7.092.942 | 9,46 |
| 02/02/2024 | 06/02/2024 | JOI_018_001 | 716.881 | 7.092.609 | 9,45 |
| 07/02/2024 | 08/02/2024 | JOI_018_002 | 716.847 | 7.092.829 | 10,45 |
| 11/01/2024 | 11/01/2024 | JOI_019_001 | 716.881 | 7.092.609 | 9,45 |
| 12/01/2024 | 12/01/2024 | JOI_019_002 | 716.916 | 7.092.594 | 9,45 |
| 15/02/2024 | 16/02/2024 | JOI_020_001 | 716.526 | 7.092.420 | 10,45 |
| 19/02/2024 | 19/02/2024 | JOI_020_002 | 716.491 | 7.092.398 | 10,45 |
| 25/02/2024 | 25/02/2024 | JOI_021_001 | 715.950 | 7.091.625 | 10,45 |
| 28/02/2024 | 28/02/2024 | JOI_021_002 | 715.968 | 7.091.599 | 10,45 |
| 27/02/2024 | 28/02/2024 | JOI_022_001 | 717.510 | 7.091.984 | 10,45 |
| 26/02/2024 | 27/02/2024 | JOI_023_001 | 716.949 | 7.091.646 | 9,73 |
| 01/03/2024 | 02/03/2024 | JOI_023_002 | 716.857 | 7.091.762 | 10,45 |
| 20/02/2024 | 20/02/2024 | JOI_024_001 | 717.294 | 7.091.539 | 10,47 |
| 22/02/2024 | 22/02/2024 | JOI_024_002 | 717.336 | 7.091.594 | 10,45 |
| 22/02/2024 | 22/02/2024 | JOI_025_001 | 717.390 | 7.091.493 | 10,45 |
| 20/02/2024 | 20/02/2024 | JOI_026_001 | 717.216 | 7.091.399 | 10,45 |
| 21/02/2024 | 21/02/2024 | JOI_026_002 | 717.199 | 7.091.416 | 10,45 |
| 21/02/2024 | 21/02/2024 | JOI_027_001 | 717.390 | 7.091.397 | 10,45 |
| 28/02/2024 | 28/02/2024 | JOI_029_001 | 717.673 | 7.089.906 | 8,22 |
| 02/04/2024 | 02/04/2024 | JOI_029_002 A | 717.510 | 7.090.003 | 4,06 |
| 02/04/2024 | 02/04/2024 | JOI_029_002 B | 717.511 | 7.090.005 | 3,51 |
| 02/04/2024 | 02/04/2024 | JOI_029_003 | 717.551 | 7.089.913 | 3,45 |
| 03/04/2024 | 03/04/2024 | JOI_029_004 | 717.490 | 7.089.947 | 10,45 |
| 27/03/2024 | 28/03/2024 | JOI_030_001 | 717.612 | 7.089.719 | 10,46 |
| 28/02/2024 | 29/02/2024 | JOI_032_001 | 717.237 | 7.089.427 | 8,55 |

Tabela 4.1.3.1-1. Lista de todas as sondagens realizadas pelas empresas contratadas.

| Data Início | Data Término | Área | Coordenadas (UTM - 22) | | Profundidade (m) |
|-------------|--------------|---------------|------------------------|-----------|------------------|
| | | | UTM - X | UTM - Y | |
| 29/02/2024 | 29/02/2024 | JOI_033_001 | 716.875 | 7.089.268 | 10,45 |
| 02/04/2024 | 02/04/2024 | JOI_033_002 A | 716.745 | 7.089.355 | 1,63 |
| 02/04/2024 | 02/04/2024 | JOI_033_002 B | 716.741 | 7.089.354 | 1,58 |
| 02/04/2024 | 02/04/2024 | JOI_033_003 | 716.906 | 7.089.609 | 0,84 |
| 29/02/2024 | 01/03/2024 | JOI_034_001 | 716.574 | 7.089.327 | 10,25 |
| 06/03/2024 | 06/03/2024 | JOI_036_001 | 715.744 | 7.085.588 | 8,64 |
| 07/03/2024 | 07/03/2024 | JOI_036_002 | 715.766 | 7.085.734 | 10,45 |
| 09/04/2024 | 09/04/2024 | JOI_037_003 | 716.919 | 7.085.672 | 10,45 |
| 06/03/2024 | 08/03/2024 | JOI_040_001 | 716.697 | 7.084.827 | 9,72 |
| 07/03/2024 | 08/03/2024 | JOI_041_001 | 716.709 | 7.084.799 | 10,45 |
| 06/03/2024 | 07/03/2024 | JOI_042_001 | 716.071 | 7.084.819 | 10,45 |
| 05/03/2024 | 06/03/2024 | JOI_042_002 | 715.985 | 7.084.855 | 10,45 |
| 08/03/2024 | 08/03/2024 | JOI_043_001 | 717.039 | 7.084.503 | 10,45 |
| 14/03/2024 | 14/03/2024 | JOI_043_002 | 717.068 | 7.084.571 | 8,50 |
| 18/03/2024 | 18/03/2024 | JOI_044_001 | 717.221 | 7.083.772 | 10,45 |
| 19/03/2024 | 20/03/2024 | JOI_044_002 | 717.183 | 7.083.870 | 9,45 |
| 18/03/2024 | 19/03/2024 | JOI_045_001 | 717.030 | 7.083.901 | 10,45 |
| 20/03/2024 | 21/03/2024 | JOI_045_002 | 714.731 | 7.095.503 | 2,45 |
| 09/01/2024 | 09/01/2024 | JOI_047_001 | 716.801 | 7.083.630 | 9,45 |
| 09/01/2024 | 09/01/2024 | JOI_047_002 | 716.888 | 7.083.549 | 10,15 |
| 08/01/2024 | 08/01/2024 | JOI_048_001 | 716.885 | 7.083.543 | 9,45 |
| 10/01/2024 | 10/01/2024 | JOI_048_002 | 716.863 | 7.083.600 | 9,50 |
| 26/03/2024 | 26/03/2024 | JOI_049_001 A | 719.804 | 7.082.564 | 4,73 |
| 26/03/2024 | 26/03/2024 | JOI_049_001 B | 719.803 | 7.082.556 | 2,41 |
| 26/03/2024 | 26/03/2024 | JOI_049_002 | 719.913 | 7.082.634 | 10,45 |
| 29/05/2024 | 29/05/2024 | JOI_050_001 | 717.855 | 7.082.566 | 9,06 |
| 21/03/2024 | 21/03/2024 | JOI_052_001 | 717.036 | 7.082.682 | 10,45 |
| 22/03/2024 | 23/03/2024 | JOI_052_002 | 717.109 | 7.082.680 | 10,45 |
| 22/03/2024 | 22/03/2024 | JOI_054_001 | 717.339 | 7.082.170 | 10,45 |
| 01/04/2024 | 02/04/2024 | JOI_054_002 | 717.392 | 7.082.076 | 10,46 |
| 19/03/2024 | 19/03/2024 | JOI_055_001 | 717.509 | 7.081.666 | 10,45 |
| 20/03/2024 | 20/03/2024 | JOI_055_002 | 717.589 | 7.081.694 | 10,45 |
| 26/03/2024 | 27/03/2024 | JOI_057_001 | 719.913 | 7.082.634 | 10,45 |
| 25/03/2024 | 25/03/2024 | JOI_058_001 | 715.689 | 7.082.726 | 10,45 |
| 25/03/2024 | 25/03/2024 | JOI_059_001 | 715.666 | 7.082.926 | 10,46 |
| 02/03/2024 | 02/03/2024 | JOI_062_001 | 713.361 | 7.085.035 | 10,45 |
| 11/03/2024 | 11/03/2024 | JOI_063_001 | 713.332 | 7.085.665 | 10,45 |
| 12/03/2024 | 12/03/2024 | JOI_063_002 | 713.370 | 7.085.606 | 10,45 |
| 01/03/2024 | 01/03/2024 | JOI_064_001 | 712.781 | 7.085.434 | 10,45 |
| 13/03/2024 | 13/03/2024 | JOI_064_002 | 712.765 | 7.085.476 | 10,45 |
| 01/03/2024 | 01/03/2024 | JOI_065_001 | 712.404 | 7.085.359 | 10,45 |
| 04/03/2024 | 04/03/2024 | JOI_065_002 | 712.383 | 7.085.355 | 10,45 |
| 06/03/2024 | 06/03/2024 | JOI_066_001 | 712.230 | 7.085.653 | 10,45 |
| 09/03/2024 | 09/03/2024 | JOI_066_002 | 712.160 | 7.085.693 | 10,45 |
| 04/03/2024 | 04/03/2024 | JOI_067_001 | 711.845 | 7.086.172 | 10,45 |
| 14/03/2024 | 15/03/2024 | JOI_067_002 | 711.863 | 7.086.290 | 10,47 |
| 11/04/2024 | 11/04/2024 | JOI_068_001 | 710.936 | 7.089.356 | 7,26 |
| 09/04/2024 | 09/04/2024 | JOI_076_001 A | 708.123 | 7.099.221 | 3,64 |

Tabela 4.1.3.1-1. Lista de todas as sondagens realizadas pelas empresas contratadas.

| Data Início | Data Término | Área | Coordenadas (UTM - 22) | | Profundidade (m) |
|-------------|--------------|---------------|------------------------|-----------|------------------|
| | | | UTM - X | UTM - Y | |
| 08/04/2024 | 09/04/2024 | JOI_076_001 B | 708.129 | 7.099.222 | 2,81 |
| 11/04/2024 | 11/04/2024 | JOI_076_002 | 708.048 | 7.099.163 | 10,45 |
| 09/04/2024 | 09/04/2024 | JOI_077_001 | 705.869 | 7.098.190 | 0,70 |
| 09/04/2024 | 09/04/2024 | JOI_077_002 | 706.081 | 7.098.558 | 0,80 |
| 05/04/2024 | 05/04/2024 | JOI_080_001 A | 707.017 | 7.099.553 | 1,57 |
| 05/04/2024 | 05/04/2024 | JOI_080_001 B | 707.008 | 7.099.556 | 1,42 |
| 04/04/2024 | 04/04/2024 | JOI_080_002 | 707.073 | 7.099.501 | 6,65 |
| 05/04/2024 | 05/04/2024 | JOI_081_001 | 706.455 | 7.100.560 | 10,45 |
| 01/03/2024 | 01/03/2024 | JOI_141_001 A | 712.716 | 7.089.293 | 2,82 |
| 01/03/2024 | 01/03/2024 | JOI_141_001 B | 712.715 | 7.089.300 | 1,08 |
| 21/03/2024 | 22/03/2024 | JOI_142_001 | 716.181 | 7.082.228 | 10,45 |
| 02/04/2024 | 03/04/2024 | JOI_142_002 | 716.230 | 7.082.259 | 4,45 |
| 10/04/2024 | 10/04/2024 | JOI_143_003 A | 706.864 | 7.099.314 | 3,24 |
| 15/03/2024 | 18/03/2024 | JOI_144_001 | 712.394 | 7.089.925 | 10,45 |
| 10/04/2024 | 11/04/2024 | JOI_145_001 | 709.172 | 7.098.864 | 10,46 |
| 08/04/2024 | 09/04/2024 | JOI_146_001 | 710.880 | 7.088.098 | 10,45 |
| 09/04/2024 | 10/04/2024 | JOI_147_001 | 705.022 | 7.083.949 | 10,45 |
| 28/02/2024 | 29/02/2024 | JOI_148_001 | 717.051 | 7.093.453 | 10,25 |
| 22/02/2024 | 29/02/2024 | JOI_149_001 | 715.512 | 7.093.988 | 10,45 |
| 22/02/2024 | 22/02/2024 | JOI_149_002 | 715.459 | 7.094.048 | 10,40 |
| 13/03/2024 | 14/03/2024 | JOI_150_001 | 712.760 | 7.088.936 | 10,45 |
| 27/03/2024 | 27/03/2024 | JOI_151_001 | 720.125 | 7.084.200 | 10,45 |
| 26/04/2024 | 26/04/2024 | JOI_201_001 A | 699.005 | 7.108.215 | 1,60 |
| 25/04/2024 | 26/04/2024 | JOI_201_001 B | 699.005 | 7.108.215 | 1,70 |
| 25/04/2024 | 25/04/2024 | JOI_202_001 A | 697.894 | 7.108.748 | 3,00 |
| 25/04/2024 | 25/04/2024 | JOI_202_001 B | 697.894 | 7.108.748 | 3,00 |
| 29/04/2024 | 29/04/2024 | JOI_203_001 A | 706.433 | 7.105.176 | 1,50 |
| 29/04/2024 | 29/04/2024 | JOI_203_001 B | 706.431 | 7.105.168 | 2,21 |
| 21/05/2024 | 21/05/2024 | JOI_204_001 A | 708.031 | 7.108.095 | 1,50 |
| 21/05/2024 | 21/05/2024 | JOI_204_001 B | 708.027 | 7.108.098 | 1,10 |
| 02/05/2024 | 02/05/2024 | JOI_205_001 | 710.006 | 7.107.640 | 10,45 |
| 17/05/2024 | 17/05/2024 | JOI_206_001 | 720.641 | 7.098.898 | 10,45 |
| 13/04/2024 | 13/04/2024 | JOI_207_001 | 711.779 | 7.100.579 | 8,36 |
| 04/05/2024 | 04/05/2024 | JOI_208_001 | 711.891 | 7.103.830 | 8,22 |
| 20/05/2024 | 20/05/2024 | JOI_209_001 | 716.626 | 7.099.576 | 8,21 |
| 23/05/2024 | 23/05/2024 | JOI_211_001 | 720.678 | 7.086.967 | 10,45 |
| 23/05/2024 | 23/05/2024 | JOI_213_001 | 716.162 | 7.076.601 | 10,45 |
| 16/04/2024 | 16/04/2024 | JOI_215_001 | 704.735 | 7.084.622 | 10,45 |
| 09/05/2024 | 09/05/2024 | JOI_216_001 A | 700.215 | 7.081.623 | 0,76 |
| 09/05/2024 | 09/05/2024 | JOI_216_001 B | 700.216 | 7.081.622 | 1,07 |
| 25/05/2024 | 25/05/2024 | JOI_218_001 | 701.628 | 7.094.429 | 0,50 |
| 17/04/2024 | 17/04/2024 | JOI_220_001 | 683.344 | 7.106.538 | 8,51 |
| 03/05/2024 | 03/05/2024 | JOI_221_001 | 688.561 | 7.100.411 | 8,06 |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_222_001 A | 691.550 | 7.098.981 | 3,82 |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_222_001 B | 691.553 | 7.098.984 | 3,72 |
| 22/04/2024 | 23/04/2024 | JOI_223_001 | 694.364 | 7.098.790 | 8,60 |
| 15/04/2024 | 15/04/2024 | JOI_224_001 A | 697.402 | 7.102.117 | 1,00 |
| 15/04/2024 | 15/04/2024 | JOI_224_001 B | 697.402 | 7.102.117 | 1,70 |

Tabela 4.1.3.1-1. Lista de todas as sondagens realizadas pelas empresas contratadas.

| Data Início | Data Término | Área | Coordenadas (UTM - 22) | | Profundidade (m) |
|-------------|--------------|---------------|------------------------|-----------|------------------|
| | | | UTM - X | UTM - Y | |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_225_001 A | 702.774 | 7.101.615 | 0,60 |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_225_001 B | 702.771 | 7.101.587 | 0,70 |
| 24/04/2024 | 24/04/2024 | JOI_226_001 | 690.104 | 7.095.679 | 4,00 |
| 24/04/2024 | 24/04/2024 | JOI_226_002 | 690.104 | 7.095.679 | 4,00 |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_227_001 | 685.852 | 7.100.532 | 3,00 |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_227_002 | 685.852 | 7.100.532 | 3,90 |
| 16/04/2024 | 17/04/2024 | JOI_228_001 | 683.844 | 7.102.052 | 4,00 |
| 17/04/2024 | 17/04/2024 | JOI_228_002 | 683.844 | 7.102.052 | 2,80 |
| 24/05/2024 | 24/05/2024 | JOI_229_001 | 708.559 | 7.086.976 | 10,45 |
| 22/05/2024 | 22/05/2024 | JOI_230_001 | 715.782 | 7.080.156 | 10,45 |
| 15/04/2024 | 15/04/2024 | JOI_231_001 | 706.553 | 7.101.778 | 5,48 |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_232_001 A | 704.933 | 7.101.565 | 3,50 |
| 18/04/2024 | 18/04/2024 | JOI_232_001 B | 704.934 | 7.101.571 | 0,50 |
| 15/04/2024 | 16/04/2024 | JOI_234_001 | 700.186 | 7.085.179 | 0,00 |
| 22/05/2024 | 22/05/2024 | JOI_235_001 | 720.413 | 7.084.366 | 10,45 |
| 09/05/2024 | 09/05/2024 | JOI_236_001 | 706.027 | 7.082.567 | 10,45 |
| 18/04/2024 | 19/04/2024 | JOI_237_001 | 701.334 | 7.104.509 | 0,00 |
| 20/04/2024 | 20/04/2024 | JOI_238_001 | 716.224 | 7.090.777 | 10,45 |
| 15/05/2024 | 15/05/2024 | JOI_239_001 | 711.778 | 7.086.855 | 9,21 |
| 17/05/2024 | 17/05/2024 | JOI_240_001 | 718.643 | 7.081.688 | 10,45 |
| 19/04/2024 | 22/04/2024 | JOI_241_001 | 704.320 | 7.079.262 | 10,45 |
| 13/05/2024 | 13/05/2024 | JOI_242_001 | 710.563 | 7.093.203 | 7,86 |
| 29/04/2024 | 29/04/2024 | JOI_243_001 | 713.199 | 7.087.907 | 10,48 |
| 30/04/2024 | 30/04/2024 | JOI_244_001 | 717.554 | 7.088.530 | 10,45 |
| 16/05/2024 | 16/05/2024 | JOI_245_001 | 719.152 | 7.095.477 | 10,45 |
| 19/04/2024 | 19/04/2024 | JOI_246_001 | 715.813 | 7.087.021 | 10,45 |
| 21/05/2024 | 21/05/2024 | JOI_247_001 A | 707.244 | 7.090.511 | 3,48 |
| 21/05/2024 | 21/05/2024 | JOI_247_001 B | 707.250 | 7.090.514 | 4,35 |
| 06/05/2024 | 06/05/2024 | JOI_249_001 | 707.950 | 7.086.801 | 10,45 |
| 07/05/2024 | 07/05/2024 | JOI_250_001 | 713.868 | 7.090.116 | 10,45 |
| 15/05/2024 | 15/05/2024 | JOI_252_001 | 711.343 | 7.091.943 | 8,63 |
| 09/05/2024 | 10/05/2024 | JOI_253_001 | 713.523 | 7.086.726 | 10,45 |
| 10/05/2024 | 10/05/2024 | JOI_254_001 | 719.093 | 7.091.691 | 10,45 |
| 08/05/2024 | 08/05/2024 | JOI_255_001 | 718.535 | 7.095.437 | 10,45 |
| 03/05/2024 | 06/05/2024 | JOI_257_001 | 717.703 | 7.092.403 | 10,45 |
| 21/05/2024 | 21/05/2024 | JOI_258_001 | 715.926 | 7.088.174 | 8,22 |
| 20/05/2024 | 21/05/2024 | JOI_259_001 | 715.253 | 7.090.973 | 9,41 |
| 23/05/2024 | 23/05/2024 | JOI_260_001 A | 714.002 | 7.092.693 | 2,36 |
| 23/05/2024 | 23/05/2024 | JOI_260_001 B | 713.998 | 7.092.686 | 2,21 |
| 28/05/2024 | 28/05/2024 | JOI_261_001 | 712.800 | 7.092.809 | 10,45 |
| 29/05/2024 | 29/05/2024 | JOI_263_001 | 718.495 | 7.086.911 | 8,08 |
| 16/05/2024 | 16/05/2024 | JOI_264_001 | 717.709 | 7.085.459 | 10,45 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Como destacado no item 2.1.1, as áreas-alvos da SBG passaram por uma análise criteriosa que apontou a necessidade de algumas mudanças, devido a agrupamento de áreas contíguas, ou porque houve execução de obra de contenção, e algumas áreas substituídas por áreas apontadas pela prefeitura. Contudo, algumas áreas ainda assim, se estabeleceram em

situações muito semelhantes, ou sem acesso possível para se efetuar as sondagens, e nesse caso foram sugeridos ajustes específicos na alocação de algumas áreas com as justificativas na **Tabela 4.1.3.1-2**. As sondagens que não foram executadas nas áreas-alvo, foram realocadas para locais estratégicos para compor uma base de dados para a elaboração da carta geotécnica de aptidão urbana, estas áreas apresentam nomenclatura de sondagem na série de numeração acima de 200, sendo as áreas de 201 a 264, pontos de checagem geotécnica, e as sondagens realizadas em áreas relevantes para a carta geotécnica e com lacuna de informações de literatura.

Tabela 4.1.3.1-2. Lista de agrupamento e retirada de áreas-alvo pertinentes ao Produto 04.

| Área-Alvo | Ajustes |
|-------------|--|
| JOI/004/ESC | Agrupada a área JOI/005/ESC, também agrupada a área JOI/006/ESC. |
| JOI/005/ESC | Agrupada a área JOI/006/ESC na qual foi realizada sondagem. |
| JOI/010/COR | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/031/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/035/ESC | Agrupada a área JOI/144/ESC na qual foi realizada sondagem. |
| JOI/038/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/039/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/046/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/051/ESC | Agrupada a área JOI/052/ESC na qual foi realizada sondagem. |
| JOI/053/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/056/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/060/ESC | Área contígua ao ponto JOI/048 de mesmo contexto geológico-geotécnico. |
| JOI/061/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/069/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/071/COR | Agrupada a área JOI/070/QUE na qual foi realizada sondagem. |
| JOI/072/ESC | Área substituída por nova indicação. |
| JOI/073/ESC | Posição da sondagem requer acesso a encosta muito íngreme e vegetada, não foi possível realizar. |
| JOI/074/ESC | Área classificada como R1 (Risco Baixo), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/075/ESC | Área classificada como R2 (Risco Médio), sem necessidade de sondagem. |
| JOI/078/SOL | Caracterização baseado na metodologia descrita no item 2.4.1, sem necessidade de sondagem. |
| JOI/079/SOL | Caracterização baseado na metodologia descrita no item 2.4.1, sem necessidade de sondagem. |
| JOI/082/ESC | Agrupada a área JOI/081/ESC na qual foi realizada sondagem. |
| JOI/083/COR | Caracterização baseado na metodologia descrita no item 2.4.1, sem necessidade de sondagem. |
| JOI/084/COR | Caracterização baseado na metodologia descrita no item 2.4.1, sem necessidade de sondagem. |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

4.1.3.2. ENSAIOS DE GRANULOMETRIA

Os trabalhos de ensaio de granulometria foram realizados pela empresa Solos Ville Laboratório de Solos Asfalto e Concreto, apenas nas sondagens selecionadas para a coleta de ensaios de cisalhamento direto (previstas 84 amostras), iniciando no final de fevereiro e término

em abril de 2024. Os ensaios foram realizados com o objetivo principal de determinar a distribuição do tamanho das partículas em uma amostra de solo, sedimento ou material granular. O ensaio ajuda a entender as propriedades físicas do solo, como sua porosidade, permeabilidade e capacidade de suporte, e fundamental para caracterizar e entender as propriedades físicas dos solos e materiais granulares, influenciando diretamente diversos aspectos de projetos de engenharia e estudos geotécnicos. A **Tabela 4.1.3.2-1** apresenta um resumo dos dados de ensaio de granulometria contendo as datas de início e término, nome dos setores e valores de caracterização granulométrica. Os laudos estão apresentados no **Anexo C**.

Tabela 4.1.3.1-1. Resumo dos ensaios de granulometria.

| Área | Resumo dos ensaios | | | |
|-----------------|--------------------|------------------|----------------|--------------------|
| | Pedregulho (%) | Areia Grossa (%) | Areia Fina (%) | Silte / Argila (%) |
| JOI 001 002 | | 3,6 | 15,1 | 75,8 |
| JOI 003 001 | 8,5 | 2,7 | 5,5 | 83,2 |
| JOI 006 001 | 15,3 | 1,5 | 4,8 | 78,4 |
| JOI 008 001 | 15,1 | 6,6 | 11,2 | 67,1 |
| JOI 009 001 | 13,4 | 5,3 | 4,6 | 76,8 |
| JOI 011 001 | 5,3 | 8,8 | 20,2 | 65,8 |
| JOI 012 001 | 7,5 | 18,6 | 18,1 | 55,8 |
| JOI 013 001 | 3,0 | 15,1 | 16,2 | 65,6 |
| JOI 014 001 | 0,6 | 3,2 | 7,4 | 88,8 |
| JOI 015 001 | 1,9 | 9,4 | 18,1 | 70,6 |
| JOI 016 001 | 0,4 | 4,7 | 16,7 | 78,2 |
| JOI 017 001 | 4,7 | 16,9 | 28,7 | 49,7 |
| JOI 018 001 | 15,6 | 9,8 | 18 | 56,7 |
| JOI 019 001 - A | 16,6 | 7,2 | 13,6 | 62,6 |
| JOI 019 001 - B | 1,0 | 6,6 | 12,8 | 79,6 |
| JOI 020 001 | 1,3 | 7,1 | 14,3 | 77,3 |
| JOI 021 001 | 0,2 | 3,3 | 15,8 | 80,7 |
| JOI 022 001 | 0,4 | 13,2 | 27,9 | 58,5 |
| JOI 023 001 | 0,7 | 3,8 | 23,9 | 71,7 |
| JOI 024 001 | 12,2 | 1,0 | 9,7 | 77,2 |
| JOI 026 001 | 6,0 | 1,2 | 5,1 | 87,7 |
| JOI 027 001 | 4,1 | 2,6 | 5,6 | 87,7 |
| JOI 029 001 | 4,3 | 10,1 | 11,6 | 74,1 |
| JOI 030 001 | 7,8 | 12,5 | 19,0 | 60,7 |
| JOI 032 001 | 7,7 | 10,2 | 39,7 | 42,4 |
| JOI 033 001 | 0,1 | 10,9 | 18,1 | 70,9 |
| JOI 034 001 | 19,8 | 19,4 | 26,3 | 34,4 |
| JOI 036 001 | 5,7 | 16,3 | 20,6 | 57,5 |
| JOI 037 001 | 3,0 | 18,0 | 38,3 | 40,7 |
| JOI 040 001 | 0,5 | 0,5 | 3,6 | 95,5 |
| JOI 042 001 | 15,1 | 3,4 | 4,2 | 77,3 |
| JOI 043 001 | 8,1 | 17,6 | 20,6 | 53,7 |
| JOI 044 001 | 11,6 | 20,9 | 15 | 52,5 |
| JOI 045 001 | 0,4 | 6,6 | 16,6 | 76,5 |
| JOI 047 001 | 6,5 | 6,3 | 15,5 | 71,7 |
| JOI 048 001 | 2,7 | 1,0 | 4,6 | 91,6 |
| JOI 049 002 | 7,2 | 17,6 | 16,4 | 58,8 |
| JOI 050 001 | 5,2 | 11,5 | 16,6 | 66,6 |
| JOI 052 001 | 0,8 | 11,3 | 17,6 | 70,3 |
| JOI 054 001 | 7,0 | 14,2 | 16,1 | 62,7 |
| JOI 055 001 | 2,0 | 14,4 | 24,4 | 59,2 |
| JOI 057 001 | 0,4 | 12,9 | 15,3 | 71,4 |
| JOI 058 001 | 4,5 | 21,9 | 14,1 | 59,4 |
| JOI 059 001 | 0,7 | 25,4 | 20,7 | 53,2 |
| JOI 060 001 | 2,2 | 7,6 | 7,8 | 82,4 |
| JOI 062 001 | 1,3 | 22,8 | 17,6 | 58,4 |
| JOI 063 001 | 2,5 | 8,7 | 17,2 | 71,6 |
| JOI 064 001 | 0,9 | 12,7 | 20,3 | 66,1 |

Tabela 4.1.3.1-1. Resumo dos ensaios de granulometria.

| Área | Resumo dos ensaios | | | |
|---------------|--------------------|------------------|----------------|--------------------|
| | Pedregulho (%) | Areia Grossa (%) | Areia Fina (%) | Silte / Argila (%) |
| JOI 065 001 | 3,7 | 9,4 | 13,0 | 74,0 |
| JOI 066 001 | 2,5 | 17,3 | 18,6 | 61,6 |
| JOI 067 002 | 2,2 | 6,2 | 16 | 75,5 |
| JOI 068 001 | 6,6 | 26,3 | 26,1 | 41,0 |
| JOI 076 001 | 3,8 | 9,4 | 13,5 | 73,2 |
| JOI 082 001 | 3,0 | 17,1 | 15,0 | 64,9 |
| JOI 101 001* | 0,4 | 2,4 | 68,8 | 28,4 |
| JOI 102 001* | 1,0 | 15,5 | 33,2 | 50,4 |
| JOI 103 001* | 0,9 | 16,4 | 60,7 | 22,0 |
| JOI 104 001* | 0,0 | 12,2 | 36,7 | 51,0 |
| JOI 105 001* | 14,1 | 8,5 | 10,1 | 67,2 |
| JOI 106 001* | - | 0,2 | 11,6 | 88,1 |
| JOI 108 001* | 7,7 | 15,2 | 28,6 | 48,5 |
| JOI 109 001* | 2,0 | 12,6 | 30,9 | 54,5 |
| JOI 110 001* | 2,4 | 5,0 | 30,3 | 62,4 |
| JOI 111 001* | 14,1 | 2,6 | 3,7 | 79,6 |
| JOI 112 001* | 8,9 | 11,3 | 13,9 | 68,5 |
| JOI 113 001* | 12,9 | 16,9 | 12,0 | 58,2 |
| JOI 114 001* | 3,4 | 13,2 | 14,9 | 68,5 |
| JOI 115 001* | 5,2 | 7,8 | 26,3 | 60,6 |
| JOI 116 001* | 7,7 | 9,7 | 17,9 | 64,7 |
| JOI 117 001* | 5,9 | 18,7 | 12,5 | 62,9 |
| JOI 118 001* | 3,8 | 8,8 | 11,4 | 76,0 |
| JOI 141 001 | 7,8 | 1,5 | 5,4 | 85,2 |
| JOI 142 001 | 0,2 | 9,3 | 13,8 | 76,6 |
| JOI 143 001 | 8,2 | 15,0 | 15,1 | 61,7 |
| JOI 144 001** | 0,3 | 6,7 | 18,5 | 74,4 |
| JOI 145 001 | 2,3 | 23,1 | 21,2 | 53,5 |
| JOI 146 001 | 4,5 | 11,1 | 18,0 | 66,4 |
| JOI 147 001 | 20,3 | 12,6 | 21,0 | 46,0 |
| JOI 148 001 | 28,2 | 23,2 | 12,9 | 35,8 |
| JOI 149 001 | 0,3 | 12,5 | 16 | 71,2 |
| JOI 150 001 | 8,8 | 14,0 | 22,8 | 54,4 |
| JOI 151 001 | 0,4 | 12,1 | 18,3 | 69,1 |

(*) – As amostras de granulometria JOI 101 a 118, não guardam relação com as áreas-alvo de risco de inundação de mesma numeração. As amostras foram alocadas para caracterizar as unidades geotécnicas, e a coincidência na numeração ocorreu devido a uma tentativa de se distinguir das áreas de risco geológico apontadas (JOI 01 a 84). A relação destas amostras com as sondagens é das áreas JOI 201 a 218 respectivamente.

(**) – É área JOI/035

OBS.: Amostras enviadas ao laboratório com cadeia de custódia, não devem ser renomeadas, para evitar maiores problemas de rastreabilidade, e por isso o consórcio optou por manter as numerações do envio ao laboratório, que se relacionam com os boletins de resultado apresentados em anexo.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

4.1.3.3. ENSAIOS DE CISALHAMENTO DIRETO

O ensaio de cisalhamento foi utilizado para determinar as propriedades de resistência a cisalhamento de solos ou outros materiais geológicos em 84 locais onde foram realizadas sondagens para ensaios SPT. Este ensaio é crucial para avaliar a estabilidade de encostas, o desempenho de fundações e o comportamento de barragens, entre outras aplicações geotécnicas. A resistência ao cisalhamento é a capacidade de um material de resistir à deformação ou falha quando submetido a tensões cortantes. A **Tabela 4.1.3.3-1** apresenta um resumo dos dados de ensaio de cisalhamento contendo as áreas de ensaios, descrição do material, peso específico, coesão, ângulo de atrito e coordenadas. Os boletins das análises estão apresentados no **Anexo B** e devido a capacidade de produção dos laboratórios, e o curto espaço

de tempo, realizados em 3 lotes e enviados para 3 laboratórios diferentes, Geofoma Engenharia Ltda., Testesolos e Laboratório da UFSC.

Tabela 4.1.3.3-1. Resumo dos ensaios de cisalhamento.

| Área-Ensaio | Descrição de material | Peso Específico (kN/m ³) | Cisalhamento Direto | | Coordenadas (UTM - 22) | |
|-------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|------------|
| | | | Coesão (kN/m ²) | Ângulo de Atrito (graus) | UTM - X | UTM - Y |
| JOI_001 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom. | 17,8 | 8,73 | 33,79 | 709859 | 7104776 |
| JOI_003 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom. | 16,76 | 10,44 | 28,72 | 714496 | 7095590 |
| JOI_006 | Silte arenoso, areia média, coloração marrom e vermelho. | 15,72 | 10,37 | 30,94 | 714731 | 7095503 |
| JOI_008 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom. | 16,46 | 23,89 | 27,58 | 715872 | 7094822 |
| JOI_009 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração vermelho e marrom. | 18,64 | 9,5 | 35,77 | 716035 | 7094751 |
| JOI_011 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom. | 17,67 | 2,22 | 35,12 | 717305 | 7094464 |
| JOI_012 | Silte argiloso com pedregulhos variegado (vermelho) | 18,01 | 5,1 | 34 | 717352 | 7094082 |
| JOI_013 | Silte argilo-arenoso, areia média, coloração marrom. | 18,5 | 1,59 | 35,8 | 717273 | 7093826 |
| JOI_014 | Silte arenoso variegado (amarelo) | 13,5 | 7,9 | 31,7 | 717468 | 7093547 |
| JOI_015 | Argila arenosa amarela | 17,19 | 10,6 | 31,6 | 717443 | 7093414 |
| JOI_016 | Argila arenosa amarela | 17,07 | 24,3 | 31,8 | 717286 | 7093461 |
| JOI_017 | Argila arenosa vermelha | 19,12 | 20,8 | 32,3 | 716871 | 7092986 |
| JOI_018 | Argila arenosa com pedregulhos vermelha | 16,99 | 8,9 | 34,4 | 716884 | 7092849 |
| JOI_019 - A | Silte argilo-arenoso variegado (vermelho, presença caulinita) - Solo residual jovem | 16,24 | 0,5 | 37,7 | 716863 | 7092628 |
| JOI_019 - B | Silte argiloso vermelho | 16,25 | 15,6 | 30,2 | 716938 | 7092642 |
| JOI_020 | Argila pouco arenosa amarela | 17,32 | 8,2 | 33,1 | 716524 | 7092420 |
| JOI_021 | Argila silto-arenosa, coloração marrom. | 16,31 | 8,01 | 23,25 | 715993 | 7091625 |
| JOI_022 | Argila arenosa amarela | 16,31 | 3,7 | 31,1 | 717513 | 7091990 |
| JOI_023 | Silte arenoso variegado (amarelo, presença de caulinita) | 15,9 | 7,5 | 33,1 | 717008 | 7091599 |
| JOI_024 | Silte pouco arenoso variegado (vermelho, presença de caulinita) | 17,03 | 17,8 | 30,5 | 717275 | 7091645 |
| JOI_026 | Silte argiloso variegado (vermelho) | 17,97 | 6,30 | 31,60 | 717215 | 7091399 |
| JOI_027 | Silte arenoso, areia fina, coloração marrom | 16,08 | 12,41 | 28,19 | 717378 | 7091340 |
| JOI_029 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom. | 17,42 | 14,97 | 26,02 | 717505 | 7090008 |
| JOI_030 | Argila arenosa vermelha | 17,35 | 17,3 | 30,9 | 711837 | 7086176 |
| JOI_032 | Silte arenoso variegado (vermelho) | 19,35 | 8 | 32,7 | 710953 | 7088171 |
| JOI_033 | Silte arenoso variegado (vermelho, presença de caulinita) | 17,29 | 5,4 | 28,9 | 716888 | 7089275 |
| JOI_034 | Argila arenosa com pedras e pedregulhos amarela | 18,43 | 11 | 34,2 | 712720 | 7089306 |
| JOI_035* | Argila arenosa amarela | 16,71 | 17,6 | 29,9 | 712371 | 7089932 |
| JOI_036 | Silte arenoso variegado (vermelho, presença de caulinita e veios de argila) | 16 | 18,3 | 28,5 | 715735 | 7085554 |
| JOI_037 | Argila arenosa com pedregulhos variegada (amarela) | 19,04 | 17,5 | 31,3 | 717542,87 | 7089757,69 |
| JOI_040 | Silte arenoso variegado (vermelho, presença de caulinita) | 17,31 | 1,6 | 34,3 | 716690 | 7084829 |

Tabela 4.1.3.3-1. Resumo dos ensaios de cisalhamento.

| Área-Ensaio | Descrição de material | Peso Específico (kN/m³) | Cisalhamento Direto | | Coordenadas (UTM - 22) | |
|-------------|--|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|---------|
| | | | Coesão (kN/m²) | Ângulo de Atrito (graus) | UTM - X | UTM - Y |
| JOI_042 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom. | 16,85 | 10,87 | 28,28 | 716058 | 7084793 |
| JOI_043 | Silte arenoso com pedregulhos variegado (vermelho, presença de caulinita) | 18,43 | 8,5 | 35,8 | 717042 | 7084573 |
| JOI_044 | Argila arenosa com pedregulhos vermelha | 18,91 | 10,1 | 29,3 | 717211 | 7083765 |
| JOI_045 | Argila arenosa amarela | 16,03 | 10,9 | 29,2 | 717014 | 7083892 |
| JOI_047 | Argila arenosa amarela | 14,99 | 2,3 | 30,9 | 716764 | 7083608 |
| JOI_048 | Silte pouco arenoso variegado (vermelho, presença de caulinita) | 17,46 | 14,4 | 34,5 | 716877 | 7083537 |
| JOI_049 | Argila arenosa com pedregulhos amarela | 16,8 | 4,7 | 31,7 | 719817 | 7082526 |
| JOI_050 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom | 18,01 | 18,8 | 36,1 | 717901 | 7082585 |
| JOI_052 | Argila arenosa amarela | 16,81 | 27,5 | 26,4 | 717075 | 7082750 |
| JOI_054 | Argila arenosa amarela | 15,98 | 13,4 | 31,3 | 717197 | 7089442 |
| JOI_055 | Argila arenosa amarela | 17,89 | 16,3 | 26,3 | 717607 | 7081765 |
| JOI_057 | Argila arenosa amarela | 15,83 | 10,3 | 33 | 715316 | 7082690 |
| JOI_058 | Silte arenoso variegado (vermelho / com caulinita), argila arenosa marrom | 17,54 | 10,2 | 31,3 | 715696 | 7082706 |
| JOI_059 | Silte arenoso variegado (vermelho / com caulinita) | 16,6 | 15,5 | 30,1 | 715670 | 7082928 |
| JOI_060 | Silte areno-argiloso, areia fina, coloração marrom | 17,23 | 11,4 | 30,84 | 716320 | 7083294 |
| JOI_062 | Silte arenoso variegado (amarelo, presença caulinita) | 17,82 | 16,2 | 33,2 | 716465 | 7089243 |
| JOI_063 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração vermelho e marrom | 18,55 | 19,28 | 34,43 | 713336 | 7085653 |
| JOI_064 | Silte arenoso vermelho/argila arenosa vermelha (presença de caulinita) - muito heterogêneo | 16,41 | 3,7 | 33,1 | 712773 | 7085484 |
| JOI_065 | Argila arenosa vermelha | 17,42 | 15,9 | 31,7 | 712410 | 7085373 |
| JOI_066 | Silte arenoso variegado (vermelho, presença de caulinita) | 16,01 | 9,2 | 31,7 | 712203 | 7085650 |
| JOI_067 | Argila siltosa variegada (amarela) | 16,88 | 14,1 | 30,9 | 716912 | 7085545 |
| JOI_068 | Areia siltosa, areia média, coloração marrom e amarela | 18,24 | 7,45 | 34,95 | 710945 | 7089403 |
| JOI_076 | Silte areno-argiloso, areia fina, coloração marrom | 16,28 | 7,29 | 36,76 | 708157 | 7099279 |
| JOI_077 | Areia siltosa, areia média c/ pedregulho, coloração marrom e amarelo | 17,52 | 5,74 | 32,02 | 705861 | 7098165 |
| JOI_080 | Silte argilo-arenoso, areia fina, coloração marrom. | 18,01 | 13,2 | 28,66 | 707099 | 7099520 |
| JOI_082 | Silte arenoso, areia média, coloração marrom. | 16,85 | 12,7 | 36,9 | 706464 | 7100576 |
| JOI_101 | Silte argiloso | 13,64 | 17,86 | 25,60 | 721044 | 7091501 |
| JOI_102 | Silte argiloso | 14,55 | 0,00 | 15,00 | 720360 | 7037585 |
| JOI_103 | Areia argilosa | 18,18 | 10,54 | 35,70 | 719143 | 7095478 |
| JOI_104 | Silte argiloso com areia | 12,74 | 16,26 | 27,20 | 720641 | 7098892 |
| JOI_105 | Silte argiloso com areia e pedregulhos | 15,90 | 18,25 | 28,70 | 712796 | 7092807 |
| JOI_106 | Argila siltosa | 12,87 | 36,70 | 5,10 | 715291 | 7090958 |
| JOI_108 | Silte arenoso, areia média, coloração verde, preto e marrom | 16,57 | 3,68 | 38,51 | 723089 | 7084996 |
| JOI_109 | Silte com areia | 13,82 | 12,70 | 28,50 | 700548 | 7084830 |

Tabela 4.1.3.3-1. Resumo dos ensaios de cisalhamento.

| Área-Ensaio | Descrição de material | Peso Específico (kN/m³) | Cisalhamento Direto | | Coordenadas (UTM - 22) | |
|-------------|--|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|---------|
| | | | Coesão (kN/m²) | Ângulo de Atrito (graus) | UTM - X | UTM - Y |
| JOI_110 | Silte com areia | 16,16 | 23,00 | 34,10 | 708061 | 7108139 |
| JOI_111 | Silte argiloso com areia e pedregulho | 15,49 | 22,70 | 27,00 | 701621 | 7094192 |
| JOI_112 | Silte argiloso | 15,50 | 14,90 | 32,50 | 699047 | 7108526 |
| JOI_113 | Silte arenoso, areia fina, coloração marrom e amarelo. | 15,71 | 19,36 | 34,38 | 697029 | 7101792 |
| JOI_114 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom | 16,48 | 10,67 | 30,31 | 691516 | 7099001 |
| JOI_115 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração marrom. | 17,47 | 17,68 | 35,96 | 685935 | 7100515 |
| JOI_116 | Silte arenoso, areia fina, coloração marrom. | 18,55 | 9,44 | 30,82 | 684229 | 7104433 |
| JOI_117 | Silte arenoso, areia fina, coloração vermelho. | 16,69 | 5,79 | 33,42 | 690277 | 7096094 |
| JOI_118 | Silte argiloso | 14,53 | 9,20 | 31,50 | 716288 | 7076520 |
| JOI_141 | Silte pouco arenoso variegado (vermelho, presença caulinita) | 16,53 | 17,1 | 33 | 717334 | 7082169 |
| JOI_142 | Argila arenosa amarela (com raízes) | 17,26 | 21,3 | 31,9 | 716218 | 7082276 |
| JOI_143 | Argila silto-arenosa, areia fina, coloração amarela. | 16,71 | 3,21 | 36,41 | 706850 | 7099261 |
| JOI_145 | Silte arenoso, areia fina, coloração vermelho | 16,74 | 3,71 | 32,85 | 709149 | 7098864 |
| JOI_146 | Argila arenosa com pedregulhos amarela | 17,45 | 13,8 | 33,5 | 713259 | 7085030 |
| JOI_147 | Silte argiloso com pedregulhos | 15,53 | 44,20 | 10,90 | 705073 | 7083544 |
| JOI_148 | Silte argiloso vermelho | 17,98 | 16,70 | 31,40 | 717055 | 7093465 |
| JOI_149 | Argila arenosa amarela | 17,03 | 10,4 | 30,3 | 715472 | 7094091 |
| JOI_150 | Argila arenosa amarela | 17,48 | 9,9 | 24,3 | 712732 | 7088796 |
| JOI_151 | Silte arenoso variegado (amarelo, presença de caulinita) | 17,76 | 9,8 | 31,6 | 720108 | 7084198 |

(*) – É área JOI/144

OBS.: Amostras enviadas ao laboratório com cadeia de custódia, não devem ser renomeadas, para evitar maiores problemas de rastreabilidade, e por isso o consórcio optou por manter as numerações do envio ao laboratório, que se relacionam com os boletins de resultado apresentados em anexo.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

4.1.4. MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E PARÂMETROS PARA CÁLCULOS

Os modelos foram elaborados na forma de perfil geotécnico a partir de inspeção visual de superfície e de boletins de sondagem SPT. Neste, camadas com mesma granulometria e presentes no mesmo intervalo de compactidade e consistência, foram compatibilizadas em uma mesma camada, considerando o menor valor de N_{spt} como representativo da camada. Esses critérios foram adotados a partir da premissa de que camadas com mesma granulometria e mesmo índice de resistência a penetração apresentam comportamento geotécnico semelhante. A **Tabela 4.1.4-1** apresenta a classificação dos intervalos de compactidade e consistência a partir de valores denominados código Regea.

Tabela 4.1.4-1. Código Regea para o estado de compactidade e consistência

| Material | Nspt | Designação | Código Regea |
|---|---------|-----------------------|--------------|
| Areia, areia siltosa e silte arenoso | <=4 | Fofa | 1 |
| | 5 a 8 | Pouco compacto | 2 |
| | 9 a 18 | Medianamente compacto | 3 |
| | 19 a 40 | Compacto | 4 |
| | >40 | Muito compacto | 5 |
| Argila, silte argiloso e argila siltosa | <=2 | Muito mole | 6 |
| | 3 a 5 | Mole | 7 |
| | 6 a 10 | Médio | 8 |
| | 11 a 19 | Rija | 9 |
| | 20 a 30 | Muito Rija | 10 |
| | >30 | Dura | 11 |
| RAM-Rocha alterada mole | >>30 | Impenetrável | 12 |
| Aterro | 0 | | 13 |
| Colúvio | 3 a 5 | | 14 |
| Solo residual | <=2 | | 15 |

Fonte: Adaptado de NBR 11682/2009.

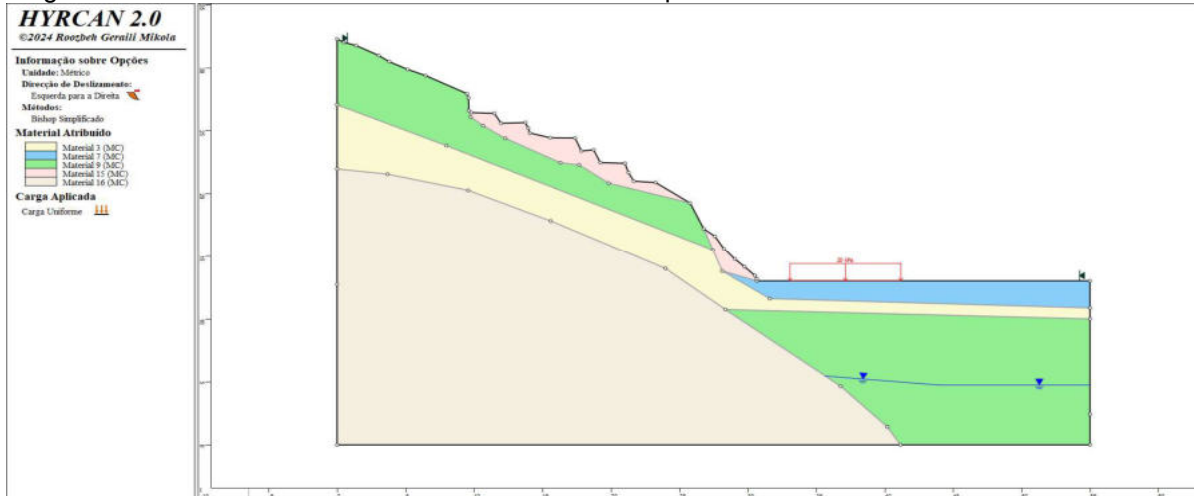
Os parâmetros de coesão, ângulo de atrito e peso específico do material, para as camadas correspondentes à cicatriz de escorregamento ou material de maior suscetibilidade à ruptura, foram obtidos a partir dos resultados dos ensaios de granulometria e cisalhamento direto e são apresentados na **Tabela 4.1.4-2**. Esta mesma tabela contém o código Regea que está diretamente ligado às Unidades HYRCAN referentes aos resultados utilizadas na análise de estabilidade dos taludes no *software* HYRCAN. As **Figuras 4.1.4-1** e **4.1.4-2** mostram um exemplo de análise estabilidade elaborado, enquanto os demais resultados são apresentados no **Capítulo 4** e **ANEXO E**.

Tabela 4.1.4-2. Relação do código Regea com as unidades HYRCAN, com peso, coesão e ângulo de atritos calculados.

| Material | Código REGEA | N spt | Designação | Unidades Hyrcan | Peso (kN/m ³) | Coesão (kN/m ²) | Ângulo de Atrito (graus) |
|---|--------------|---------|-----------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Areia, areia siltosa e silte arenoso | 1 | <=4 | Fofa | 1 | 16,00 | 5,71 | 21,32 |
| | 2 | 5 a 8 | Pouco compacto | 2 | 15,90 | 7,29 | 23,25 |
| | 3 | 9 a 18 | Medianamente compacto | 3 | 15,98 | 8,00 | 24,30 |
| | 4 | 19 a 40 | Compacto | 4 | 13,50 | 7,45 | 30,50 |
| | 5 | >40 | Muito compacto | 5 | 20,00 | 114,00 | 43,00 |
| Argila, silte argiloso e argila siltosa | 6 | <=2 | Muito mole | 6 | 16,01 | 1,59 | 31,70 |
| | 7 | 3 a 5 | Mole | 7 | 15,83 | 5,40 | 26,02 |
| | 8 | 6 a 10 | Médio | 8 | 16,03 | 8,20 | 29,20 |
| | 9 | 11 a 19 | Rija | 9 | 16,60 | 15,50 | 30,10 |
| | 10 | 20 a 30 | Muito Rija | 10 | 20,00 | 57,14 | 35,00 |
| | 11 | >30 | Dura | 11 | 21,00 | 85,71 | 39,49 |
| RAM | 12 | >30 | Rocha mole | 12 | 22,00 | 88,57 | 39,89 |
| Aterro | 13 | <=2 | Aterro | 13 | 13,00 | 5,14 | 21,32 |
| Colúvio | 14 | 3 a 5 | Colúvio | 14 | 16,00 | 8,57 | 22,74 |
| Solo residual | 15 | <=2 | Solo residual | 15 | 14,00 | 5,14 | 21,32 |
| Rocha | 16 | >50 | Impenetrável | 16 | 25,00 | 300,00 | 45,00 |

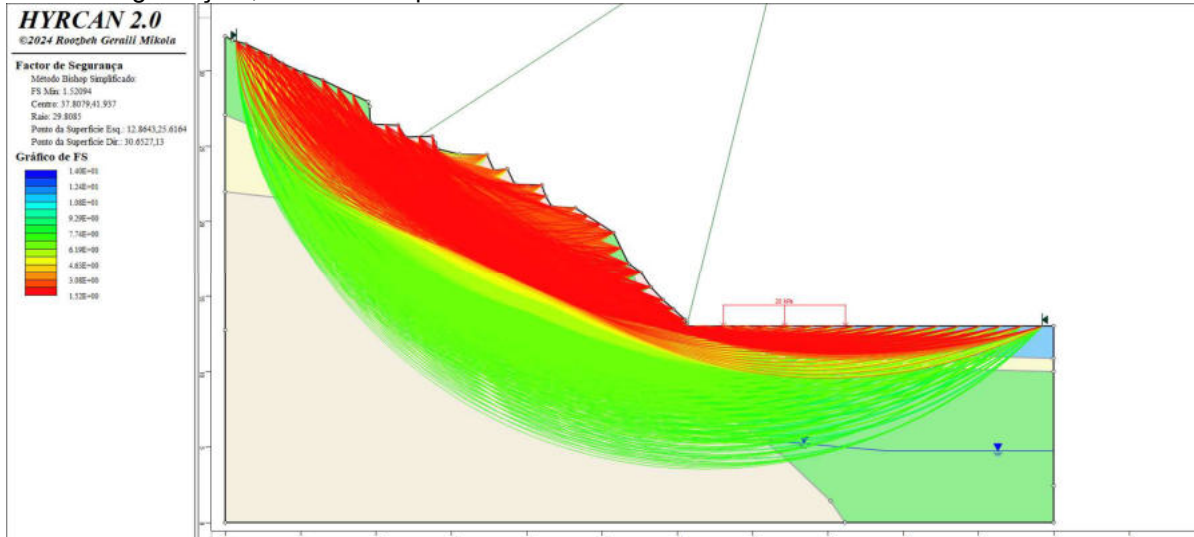
Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Figura 4.1.4-1. Exemplo de modelo de estabilidade de talude, arquivo perfil 023_001, com sobrecarga uniforme de 20 kPa referente a moradia. Demais perfis analisados constantes no Anexo E.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 4.1.4-2. Exemplo de modelo de estabilidade de talude, arquivo perfil 023_001, resultado do fator de segurança 1,520. Demais perfis analisados constantes no Anexo E.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.1.5. ANÁLISE DE ESTABILIDADE

A análise de estabilidade foi realizada para avaliar a segurança e a estabilidade de encostas, taludes e outras estruturas geotécnicas. O principal objetivo foi determinar o fator de segurança (FS) contra deslizamentos ou falhas, que indica a relação entre as forças resistentes e as forças que promovem a movimentação. A **Tabela 4.1.5-1** apresenta um resumo das análises de estabilidade efetuadas pelo consórcio, separadas por bacias e totais de setores de risco.

Tabela 4.1.5-1. Totais de setores de risco por bacia hidrográfica

| Bacia | Total de R2 | Total de R3 | Total de R4 | Total de Setores em Risco |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|
| Independentes da Vertente Leste | 2 | 6 | 10 | 18 |
| Palmital | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Rio Cachoeira | 3 | 20 | 8 | 31 |
| Rio Cubatão | 3 | 5 | 2 | 10 |
| Rio Pirai | 0 | 2 | 4 | 6 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Os resultados da análise de estabilidade estão resumidos na **Tabela 4.1.5-2**, os perfis apresentam os fatores de segurança calculados. Para cada superfície de ruptura crítica foi determinada sua área, enquanto o comprimento da superfície de ruptura foi estimado por imagens de satélite e dados coletados em campo. O cálculo do volume de deslocamento estimado foi obtido utilizando a área da superfície de ruptura vezes o comprimento estimado, proporcionando uma compreensão abrangente das possíveis movimentações de massa dentro de cada cenário analisado. Cada área apresenta a relação do setor que foi enquadrada.

Tabela 4.1.5-2 - Resultado das análises de estabilidade processadas no software HYRCAN.

| Área de Risco | Seção | Fator de segurança (sobrecarga) | Área de rompimento na seção crítica (m ²) | Largura da área exposta (m) | Volume (m ³) | Setores* |
|---------------|----------------|---------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------|----------|
| JOI/001/ESC | perfil_001_002 | 1,15 | 9,62 | 40 | 385 | Setor R4 |
| JOI/003/ESC | perfil_003_001 | 1,78 | - | - | - | Setor R2 |
| JOI/006/ESC | perfil_006_001 | 1,50 | 91,34 | 35 | 3197 | Setor R2 |
| JOI/007/ESC | perfil_007_001 | 1,39 | 117,54 | 25 | 2939 | Setor R4 |
| JOI/009/ESC | perfil_009_001 | 3,57 | - | - | - | Setor R2 |
| JOI/011/ESC | perfil_011_001 | 0,90 | 41,16 | 25 | 1029 | Setor R3 |
| JOI/012/ESC | perfil_012_001 | 1,28 | 29,46 | 30 | 884 | Setor R4 |
| JOI/013/ESC | perfil_013_001 | 0,72 | 45,79 | 30 | 1374 | Setor R3 |
| JOI/014/ESC | perfil_014_001 | 1,19 | 125,96 | 25 | 3149 | Setor R4 |
| JOI/015/ESC | perfil_015_001 | 1,21 | 183,99 | 40 | 7360 | Setor R4 |
| JOI/016/ESC | perfil_016_001 | 0,89 | 170,36 | 45 | 7666 | Setor R4 |
| JOI/017/ESC | perfil_017_001 | 0,78 | 184,19 | 40 | 7368 | Setor R4 |
| JOI/018/ESC | perfil_018_001 | 0,86 | 32,87 | 50 | 1643 | Setor R4 |
| JOI/019/ESC | perfil_019_001 | 0,91 | 64,32 | 35 | 2251 | Setor R4 |
| JOI/020/ESC | perfil_020_001 | 1,15 | 200,66 | 35 | 7023 | Setor R3 |
| JOI/021/ESC | perfil_021_001 | 0,63 | 45,41 | 40 | 1816 | Setor R3 |
| JOI/022/ESC | perfil_022_001 | 0,76 | 146,46 | 25 | 3661 | Setor R3 |
| JOI/023/ESC | perfil_023_001 | 1,32 | 144,24 | 40 | 5769 | Setor R4 |
| JOI/024/ESC | perfil_024_001 | 0,71 | 95,61 | 30 | 2868 | Setor R3 |
| JOI/025/ESC | perfil_025_001 | 1,01 | 67,79 | 20 | 1356 | Setor R3 |
| JOI/026/ESC | perfil_026_001 | 0,82 | 14,18 | 70 | 993 | Setor R4 |
| JOI/027/ESC | perfil_027_001 | 1,86 | - | - | - | Setor R2 |
| JOI/029/ESC | perfil_029_001 | 1,16 | 18,95 | 25 | 474 | Setor R4 |
| JOI/030/ESC | perfil_030_001 | 3,63 | - | - | - | Setor R2 |
| JOI/032/ESC | perfil_032_001 | 1,27 | 49,81 | 45 | 2241 | Setor R3 |
| JOI/033/ESC | perfil_033_001 | 1,07 | 20,52 | 70 | 1436 | Setor R3 |
| JOI/034/ESC | perfil_034_001 | 3,67 | - | - | - | Setor R2 |
| JOI/035/ESC | perfil_035_001 | 1,39 | 623,99 | 33 | 20592 | Setor R4 |
| JOI/036/ESC | perfil_036_001 | 1,41 | 154,32 | 55 | 8488 | Setor R3 |
| JOI/037/ESC | perfil_037_001 | 1,20 | 319,15 | 45 | 14362 | Setor R3 |
| JOI/040/ESC | perfil_040_001 | 1,01 | 241,24 | 50 | 12062 | Setor R4 |
| JOI/041/ESC | perfil_041_001 | 3,90 | - | - | - | Setor R2 |
| JOI/043/ESC | perfil_043_001 | 1,14 | 124,34 | 75 | 9325 | Setor R3 |
| JOI/044/ESC | perfil_044_001 | 1,26 | 37,98 | 20 | 760 | Setor R4 |
| JOI/045/ESC | perfil_045_001 | 1,40 | 37,03 | 20 | 741 | Setor R3 |
| JOI/047/ESC | perfil_047_001 | 0,85 | 51,74 | 65 | 3363 | Setor R4 |

Tabela 4.1.5-2 - Resultado das análises de estabilidade processadas no software HYRCAN.

| Área de Risco | Seção | Fator de segurança (sobrecarga) | Área de rompimento na seção crítica (m ²) | Largura da área exposta (m) | Volume (m ³) | Setores* |
|---------------|----------------|---------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------|----------|
| JOI/048/ESC | perfil_048_001 | 1,15 | 42,35 | 80 | 3388 | Setor R4 |
| JOI/049/ESC | perfil_049_001 | 1,51 | - | - | - | Setor R2 |
| JOI/050/ESC | perfil_050_001 | 1,14 | 32,65 | 20 | 653 | Setor R3 |
| JOI/052/ESC | perfil_052_001 | 1,50 | - | - | - | Setor R3 |
| JOI/054/ESC | perfil_054_001 | 1,45 | 38,97 | 70 | 2728 | Setor R3 |
| JOI/055/ESC | perfil_055_001 | 1,03 | 31,10 | 75 | 2333 | Setor R3 |
| JOI/057/ESC | perfil_057_001 | 1,27 | 111,98 | 20 | 2240 | Setor R3 |
| JOI/058/ESC | perfil_058_001 | 0,74 | 62,67 | 65 | 4073 | Setor R3 |
| JOI/059/ESC | perfil_059_001 | 1,03 | 53,68 | 80 | 4295 | Setor R3 |
| JOI/060/ESC | perfil_060_002 | 1,24 | 109,06 | 50 | 5453 | Setor R4 |
| JOI/062/ESC | perfil_062_001 | 0,99 | 93,34 | 50 | 4667 | Setor R4 |
| JOI/063/ESC | perfil_063_001 | 0,70 | 145,85 | 70 | 10210 | Setor R3 |
| JOI/064/ESC | perfil_064_001 | 0,75 | 92,63 | 50 | 4631 | Setor R3 |
| JOI/065/ESC | perfil_065_001 | 0,74 | 41,72 | 75 | 3129 | Setor R3 |
| JOI/066/ESC | perfil_066_001 | 1,47 | 26,74 | 70 | 1872 | Setor R3 |
| JOI/067/ESC | perfil_067_001 | 0,80 | 246,04 | 70 | 17222 | Setor R4 |
| JOI/068/ESC | perfil_068_001 | 1,34 | 234,37 | 75 | 17577 | Setor R4 |
| JOI/073/ESC | perfil_073_002 | 0,80 | 47,14 | 30 | 1414 | Setor R4 |
| JOI/076/ESC | perfil_076_001 | 1,41 | 78,59 | 100 | 7859 | Setor R4 |
| JOI/080/ESC | perfil_080_001 | 0,91 | 148,65 | 100 | 14865 | Setor R3 |
| JOI/082/ESC | perfil_082_001 | 0,75 | 102,43 | 25 | 2561 | Setor R3 |
| JOI/141/ESC | perfil_141_001 | 1,38 | 49,41 | 60 | 2964 | Setor R3 |
| JOI/142/ESC | perfil_142_001 | 1,43 | 64,47 | 50 | 3224 | Setor R3 |
| JOI/143/ESC | perfil_143_001 | 1,41 | 23,18 | 40 | 927 | Setor R3 |
| JOI/145/ESC | perfil_145_001 | 0,81 | 127,24 | 60 | 7634 | Setor R3 |
| JOI/147/ESC | perfil_147_001 | 1,18 | 281,48 | 50 | 14074 | Setor R4 |
| JOI/148/ESC | perfil_148_001 | 0,75 | 316,89 | 75 | 23767 | Setor R3 |
| JOI/149/ESC | perfil_149_001 | 0,91 | 92,50 | 30 | 2775 | Setor R3 |
| JOI/150/ESC | perfil_150_001 | 1,28 | 1,86 | 75 | 140 | Setor R3 |
| JOI/151/ESC | perfil_151_001 | 1,11 | 128,60 | 75 | 9645 | Setor R4 |

* selecionado o setor de risco de maior grau da área-alvo analisada.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

4.1.6. ANÁLISE POR BACIAS HIDROGRÁFICAS

Nesse item são apresentados os dados de riscos a processos de erosão, solapamento e deslizamento. As **Tabelas 4.1.6-1 a 4.1.6-3** mostram os dados de quantidade de setores, edificações e suas respectivas áreas para cada grau de risco separados por bacia hidrográfica.

Tabela 4.1.6-1. Análise de risco de erosão separada por bacia hidrográfica.

| Bacia | Setores | SM - Setor de Monitoramento (R1 e R2) | | | | R3 - Risco Alto | | | | R4 - Risco Muito Alto | | | |
|---------------------------------|---------|---------------------------------------|-------------------------|-------------|-----|-----------------|-------------------------|-------------|---|-----------------------|-------------------------|-------------|---|
| | | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % |
| Independentes da Vertente Leste | 1 | 1 | 0,0008 | 8 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Independentes da Vertente Sul | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Itapocuzinho | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Palmital | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rio Cachoeira | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rio Cubatão | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rio Pirai | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Tabela 4.1.6-2. Análise de risco de solapamento separada por bacia hidrográfica.

| Bacia | Setores | SM - Setor de Monitoramento (R1 e R2) | | | | R3 - Risco Alto | | | | R4 - Risco Muito Alto | | | |
|---------------------------------|---------|---------------------------------------|-------------------------|-------------|-----|-----------------|-------------------------|-------------|-----|-----------------------|-------------------------|-------------|---|
| | | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % |
| Independentes da Vertente Leste | 3 | - | - | - | - | 3 | 0,073 | 116 | 100 | - | - | - | - |
| Independentes da Vertente Sul | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Itapocuzinho | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Palmital | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rio Cachoeira | 4 | 2 | 0,001 | 3 | 50 | 2 | 0,019 | 31 | 50 | - | - | - | - |
| Rio Cubatão | 2 | 2 | 0,003 | 7 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rio Pirai | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Tabela 4.1.6-3. Análise de risco de deslizamento separada por bacia hidrográfica.

| Bacia | Setores | SM - Setor de Monitoramento (R1 e R2) | | | | R3 - Risco Alto | | | | R4 - Risco Muito Alto | | | |
|---------------------------------|---------|---------------------------------------|-------------------------|-------------|------|-----------------|-------------------------|-------------|------|-----------------------|-------------------------|-------------|------|
| | | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % | Quantidade | Área (km ²) | Edificações | % |
| Independentes da Vertente Leste | 22 | 3 | 0,029 | 39 | 13,6 | 8 | 0,052 | 72 | 36,4 | 11 | 0,084 | 113 | 50,0 |
| Independentes da Vertente Sul | 3 | 1 | 0,006 | 16 | 33,3 | 1 | 0,004 | 6 | 33,3 | 1 | 0,006 | 6 | 33,3 |
| Itapocuzinho | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Palmital | 2 | - | - | - | - | 1 | 0,010 | 21 | 50,0 | 1 | 0,002 | 3 | 50,0 |
| Rio Cachoeira | 59 | 27 | 0,254 | 401 | 45,8 | 23 | 0,135 | 187 | 39,0 | 9 | 0,062 | 101 | 15,3 |
| Rio Cubatão | 22 | 13 | 0,107 | 127 | 59,1 | 7 | 0,091 | 78 | 31,8 | 2 | 0,018 | 20 | 9,1 |
| Rio Pirai | 13 | 5 | 0,042 | 46 | 38,5 | 4 | 0,040 | 54 | 30,8 | 4 | 0,031 | 17 | 30,8 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

4.2.1. SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS HIDROLÓGICOS

Durante a realização da etapa de mapeamento das áreas-alvo de risco hidrológico (da setorização de riscos da SBG), realizou-se o detalhamento dessas áreas pela metodologia Brasil (2007), em subdivisões, e descritos como setores de risco, descrevendo comportamentos homogêneos diante do risco hidrológico, totalizando 99 setores de análise (As fichas de cada uma das áreas mapeadas estão apresentadas no **Anexo F**). Em outra mão, a partir do insumo do MDT fornecido, foi realizada uma análise das áreas suscetíveis a inundação, baseado na topografia e das cotas das calhas, pela metodologia HAND, conforme apresentado no item 2.4.2. As manchas de suscetibilidade, foram divididas em classes, a partir dos mapas de manchas de inundação separados por Tempo de Retorno, na referência do PPDU da Bacia do Cachoeira.

Em seguida, os setores de riscos mapeados em detalhe foram avaliados quanto à qual classe de suscetibilidade à inundação, assim, contabilizando cerca de 87% destes setores inseridos na classificação alta. A seguir, o **Quadro 4.2.1-1** apresenta detalhadamente a distribuição dos setores e suas classificações de suscetibilidade.

Quadro 4.2.1-1. Distribuição das classes de suscetibilidade a inundação

| Suscetibilidade | Total Setores | Porcentagem |
|-----------------|---------------|-------------|
| Nula | 3 | 3 |
| Baixa | - | - |
| Média | 10 | 10,1 |
| Alta | 86 | 86,9 |
| Total | 99 | |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

A suscetibilidade a eventos hidrológicos também foi analisada de maneira detalhada em função das bacias onde estes setores de risco estão localizados. Destaca-se que cerca de 51% dos setores de risco avaliados estão inseridos no contexto da bacia do Rio Cachoeira, a qual apresenta 51 setores com suscetibilidade alta ou média. As bacias Rio Pirai e do Rio Cubatão apresentaram 40 setores com suscetibilidade alta e média, ou seja, cerca de 40% do total. A seguir, o **Quadro 4.2.1-2** apresenta detalhadamente a distribuição dos setores e suas classificações de suscetibilidade discretizadas por suas respectivas bacias.

Quadro 4.2.1-2. Distribuição das classes de suscetibilidade HAND

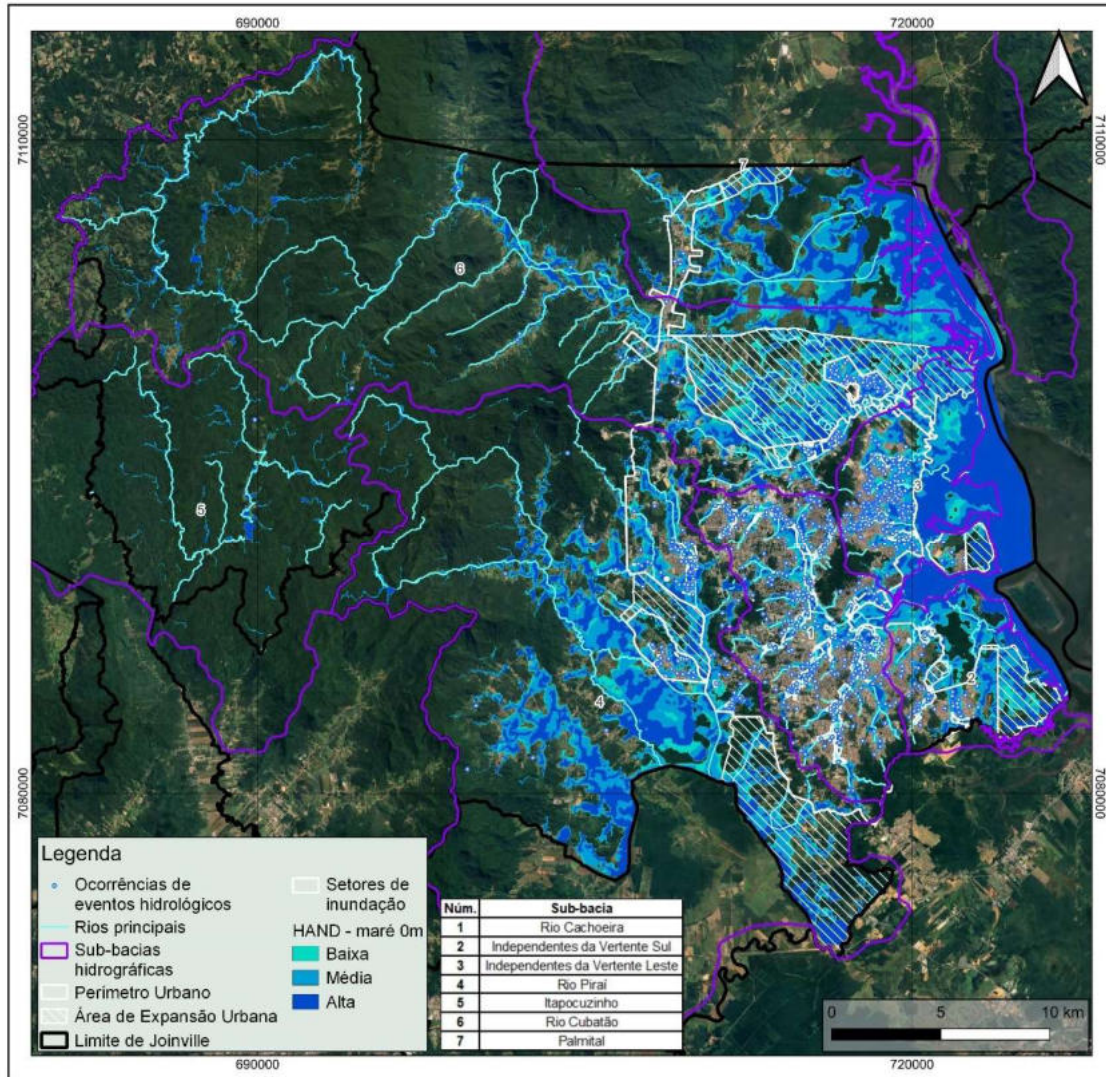
| Bacia | Suscetibilidade a processos geológicos | | | | |
|----------------------------------|--|-------|-------------|---------------|---------------|
| | Nula | Baixa | Média | Alta | Total |
| Independentes da. Vertente Leste | - | - | - | 4 (4%) | 4 (4%) |
| Independentes da Vertente Sul | - | - | - | 4 (4%) | 4 (4%) |
| Palmital | - | - | - | - | - |
| Rio Cachoeira | 1 (1%) | - | 4 (4%) | 46 (46,5%) | 51 (51,5%) |
| Rio Cubatão | - | - | 1 (1%) | 6 (6,1%) | 7 (7,1%) |
| Rio Pirai | 1 (1%) | - | 6 (6,1%) | 26 (26,3%) | 33 (33,4%) |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

A **Figura 4.2.1-1** apresenta as áreas suscetíveis a inundação, contudo como detalhado na metodologia, importante elemento nas avaliações dos processos de inundação, se referem

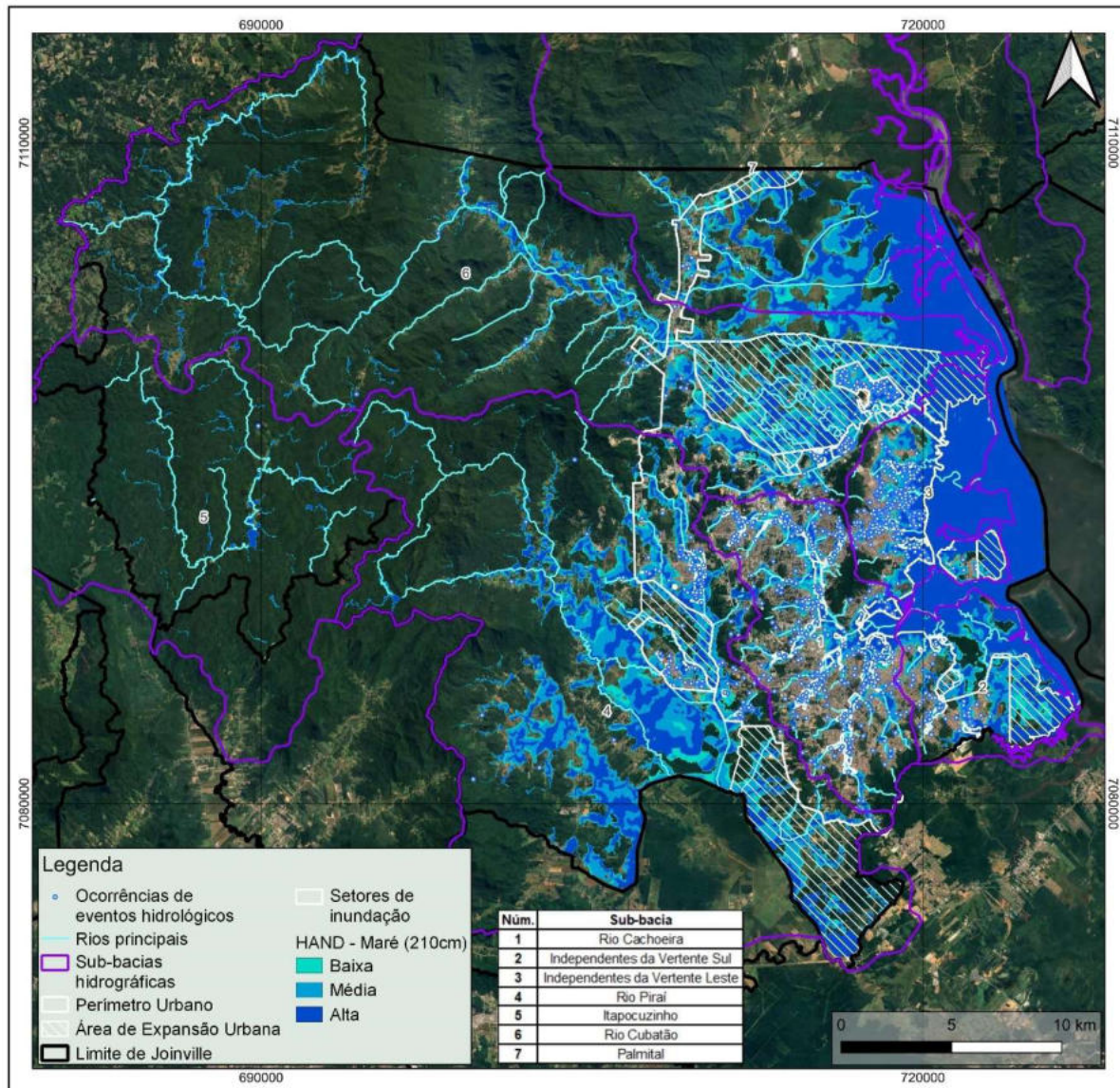
às marés. Devido à baixa declividade geral da maior parte da área urbana, e a relação com a cota do nível do mar, as marés oferecem importante contribuição na inundação, uma vez que, quando a maré sobe, a declividade do curso d'água diminui e prejudica o fluxo de água nos cursos de água, agravando a capacidade de escoamento, e influenciando nas delimitações das áreas sujeitas a inundação. Também é importante a avaliação dessa sinergia, como forma de simular as mudanças climáticas no contexto de aumento do nível médio do mar. A **Figura 4.2.1-2** apresenta o mapa de suscetibilidades sob influência de marés.

Figura 4.2.1-1. Mapa de suscetibilidade a inundação sem a influência das marés.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 4.2.1-2. Mapa de suscetibilidade a inunda o relacionado a eleva o de maré.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.2.2. RESULTADOS DO MAPEAMENTO E SETORIZA O DE RISCO

No presente capítulo apresenta-se as informa es de áreas-alvo para os mapeamentos de risco, áreas estas que foram indicadas pelos gestores municipais a partir do mapeamento da SBG (2018) (**Tabelas 2.1.2-1**).

Os resultados da setoriza o de risco de processos geológicos, estão apresentados nas **Tabelas 4.2.2-1**. Os formulários resultantes, preenchidos com os resultados obtidos pelo mapeamento e acompanhados dos respectivos mapas com as setoriza es estão apresentados no **ANEXO F**.

Tabela 4.2.2-1. Resumo dos resultados do mapeamento e setorização de riscos.

| Área de risco | Setor de risco | UTM Y | UTM X | Processo | Vulnerabilidade | Potencial de | Recorrência | Classe de Risco/ Vulnerabilidade |
|---------------|-----------------------|---------|--------|----------|-----------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------|
| JOI/085/INU | JOI/085/002/INU/R1/V1 | 7087032 | 110001 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/085/INU | JOI/085/003/INU/R1/V1 | 7086930 | 110437 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/085/INU | JOI/085/004/INU/R1/V1 | 7086911 | 110795 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/085/INU | JOI/085/001/INU/R1/V1 | 7087417 | 109826 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/086/INU | JOI/086/004/INU/R1/V1 | 7086351 | 110839 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/086/INU | JOI/086/001/INU/R1/V2 | 7085226 | 110599 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/086/INU | JOI/086/002/INU/R1/V1 | 7086360 | 110549 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/086/INU | JOI/086/005/INU/R1/V1 | 7085722 | 110679 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/086/INU | JOI/086/003/INU/R1/V1 | 7086371 | 110672 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/087/INU | JOI/087/001/INU/R1/V1 | 7086204 | 108117 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/088/INU | JOI/088/001/INU/R1/V1 | 7085593 | 109543 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/088/INU | JOI/088/002/INU/R1/V1 | 7085613 | 109618 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/089/INU | JOI/089/001/INU/R1/V3 | 7085033 | 110778 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/089/INU | JOI/089/002/INU/R1/V3 | 7084956 | 110760 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/089/INU | JOI/089/003/INU/R1/V3 | 7085010 | 110434 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/090/INU | JOI/090/001/INU/R1/V2 | 7082226 | 111714 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/091/INU | JOI/091/006/INU/R1/V4 | 7081499 | 109338 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V4 |
| JOI/091/INU | JOI/091/003/INU/R1/V4 | 7082338 | 109098 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V4 |
| JOI/091/INU | JOI/091/005/INU/R2/V4 | 7081734 | 109231 | PH1 | VO1 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R2/V4 |
| JOI/091/INU | JOI/091/001/INU/R2/V4 | 7082545 | 108929 | PH1 | VO1 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R2/V4 |
| JOI/091/INU | JOI/091/004/INU/R1/V2 | 7082017 | 109398 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/091/INU | JOI/091/002/INU/R2/V4 | 7082468 | 109064 | PH1 | VO1 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R2/V4 |
| JOI/092/INU | JOI/092/001/INU/R1/V3 | 7082158 | 110184 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/093/INU | JOI/093/001/INU/R1/V3 | 7081982 | 110646 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/093/INU | JOI/093/002/INU/R1/V3 | 7081964 | 110447 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/094/INU | JOI/094/002/INU/R1/V3 | 7081274 | 110985 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |

Tabela 4.2.2-1. Resumo dos resultados do mapeamento e setorização de riscos.

| Área de risco | Setor de risco | UTM Y | UTM X | Processo | Vulnerabilidade | Potencial de | Recorrência | Classe de Risco/ Vulnerabilidade |
|---------------|-----------------------|---------|--------|----------|-----------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------|
| JOI/094/INU | JOI/094/003/INU/R1/V2 | 7081282 | 110861 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/094/INU | JOI/094/001/INU/R1/V3 | 7081375 | 110987 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/095/INU | JOI/095/001/INU/R1/V1 | 7080887 | 112079 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/096/INU | JOI/096/002/INU/R1/V4 | 7080299 | 113287 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V4 |
| JOI/096/INU | JOI/096/001/INU/R1/V4 | 7080294 | 113063 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V4 |
| JOI/097/INU | JOI/097/002/INU/R1/V4 | 7079822 | 112752 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V4 |
| JOI/097/INU | JOI/097/001/INU/R1/V4 | 7080015 | 112751 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V4 |
| JOI/098/INU | JOI/098/003/INU/R1/V3 | 7092087 | 115807 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/098/INU | JOI/098/001/INU/R1/V1 | 7091511 | 116034 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/098/INU | JOI/098/002/INU/R1/V3 | 7091652 | 115947 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/099/INU | JOI/099/001/INU/R1/V1 | 7092341 | 116888 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/100/INU | JOI/100/001/INU/R2/V3 | 7093980 | 117831 | PH2 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R2/V3 |
| JOI/101/INU | JOI/101/001/INU/R1/V3 | 7095423 | 118367 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/102/INU | JOI/102/001/INU/R1/V3 | 7094558 | 119742 | PH1 | VO2 | PI1 | 1 ocorrência | R1/V3 |
| JOI/103/INU | JOI/103/001/INU/R1/V1 | 7089037 | 111709 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/104/INU | JOI/104/002/INU/R1/V1 | 7088340 | 112546 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/104/INU | JOI/104/001/INU/R1/V1 | 7087800 | 112070 | PH1 | VO2 | PI1 | 1 ocorrência | R1/V1 |
| JOI/105/INU | JOI/105/001/INU/R1/V1 | 7088806 | 113050 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/106/INU | JOI/106/001/INU/R1/V1 | 7088294 | 113324 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/107/INU | JOI/107/001/INU/R1/V1 | 7088856 | 114099 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/107/INU | JOI/107/003/INU/R1/V1 | 7088776 | 113740 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/107/INU | JOI/107/002/INU/R1/V1 | 7088917 | 114021 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/108/INU | JOI/108/001/INU/R1/V1 | 7088765 | 114556 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/109/INU | JOI/109/002/INU/R1/V1 | 7088471 | 115118 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/109/INU | JOI/109/001/INU/R3/V2 | 7088595 | 114883 | PH2 | VO1 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R3/V2 |
| JOI/110/INU | JOI/110/001/INU/R1/V1 | 7087735 | 115645 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |

Tabela 4.2.2-1. Resumo dos resultados do mapeamento e setorização de riscos.

| Área de risco | Setor de risco | UTM Y | UTM X | Processo | Vulnerabilidade | Potencial de | Recorrência | Classe de Risco/ Vulnerabilidade |
|---------------|-----------------------|---------|--------|----------|-----------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------|
| JOI/126/INU | JOI/126/005/INU/R1/V2 | 7078781 | 117770 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/127/INU | JOI/127/001/INU/R1/V1 | 7079482 | 117724 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/127/INU | JOI/127/002/INU/R1/V2 | 7080115 | 117542 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/128/INU | JOI/128/003/INU/R1/V1 | 7080364 | 117660 | PH1 | VO2 | PI2 | 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/128/INU | JOI/128/002/INU/R1/V1 | 7080104 | 117838 | PH1 | VO2 | PI2 | 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/128/INU | JOI/128/001/INU/R2/V1 | 7080749 | 117863 | PH2 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R2/V1 |
| JOI/129/INU | JOI/129/002/INU/R1/V1 | 7081938 | 118688 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/129/INU | JOI/129/001/INU/R1/V1 | 7081943 | 118394 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/130/INU | JOI/130/002/INU/R1/V2 | 7083257 | 118574 | PH1 | VO2 | PI2 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/130/INU | JOI/130/001/INU/R1/V2 | 7083221 | 119398 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/131/INU | JOI/131/001/INU/R1/V1 | 7084551 | 118110 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/132/INU | JOI/132/001/INU/R1/V1 | 7085126 | 119126 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/133/INU | JOI/133/001/INU/R1/V1 | 7091526 | 119550 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |
| JOI/134/INU | JOI/134/001/INU/R2/V2 | 7090439 | 119641 | PH2 | VO2 | PI1 | 1 ocorrência | R2/V2 |
| JOI/135/INU | JOI/135/001/INU/R1/V2 | 7088770 | 119341 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/136/INU | JOI/136/001/INU/R1/V2 | 7088123 | 120333 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/137/INU | JOI/137/001/INU/R1/V2 | 7083273 | 120878 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/138/INU | JOI/138/001/INU/R2/V4 | 7083609 | 121395 | PH1 | VO1 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R2/V4 |
| JOI/139/INU | JOI/139/001/INU/R1/V2 | 7080329 | 121566 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V2 |
| JOI/140/INU | JOI/140/001/INU/R1/V3 | 7079832 | 123067 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V3 |
| JOI/150/INU* | JOI/150/002/INU/R1/V1 | 7084810 | 113608 | PH1 | VO2 | PI1 | Mais de 2 ocorrências | R1/V1 |

* A área JOI/150 apresenta processo de escorregamento e inundação

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

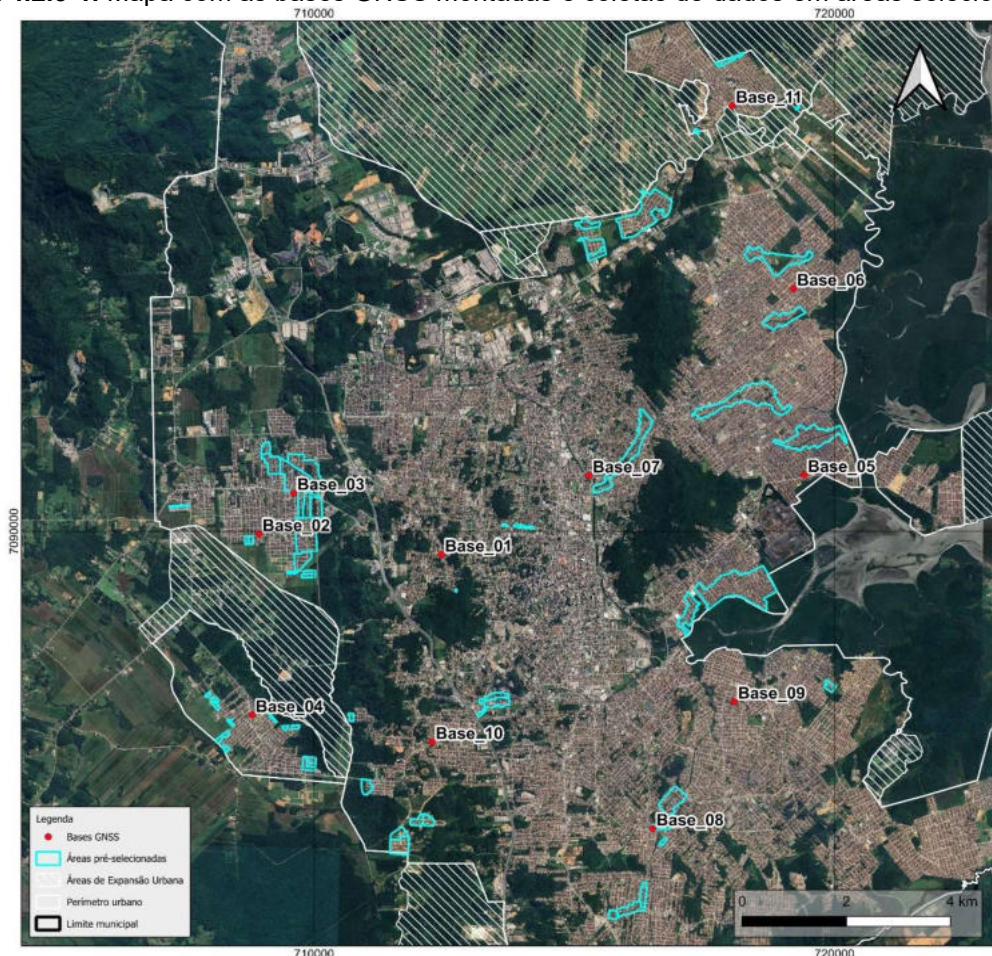
4.2.3. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

O levantamento topográfico foi realizado em março de 2024. Foram levantadas onze bases em pontos estratégicos, a fim de realizar medições detalhadas do terreno, identificar e descrever os sistemas de drenagem existentes nas áreas onde possam ser inadequados, tudo isso em áreas previamente determinadas pela equipe de campo durante o mapeamento e setorização em escala 1:3.000.

O levantamento topográfico envolveu a coleta de dados sobre a forma e características do terreno em áreas previamente determinadas (**Figura 4.2.3-1**). Foram realizadas análises dos sistemas de drenagem presentes nas áreas visitadas, a **Figura 4.2.3-2** mostra os canais acessados. As características dos canais são a largura da lâmina de água razoavelmente estreita, partindo de um metro de largura, os percursos da água apresentam gargalos entre moradias e ruas, por vezes sendo encanados e estreitos de pequenas pontes ou passarelas para acesso a moradias, chegando a ficar mais largos próximos das junções de outros canais. Ao longo dos canais visitados, pôde-se observar galhos, troncos, lixo urbano e principalmente leitos assoreados, formando barreiras de sedimentos que impedem o fluxo normal da água até seu destino.

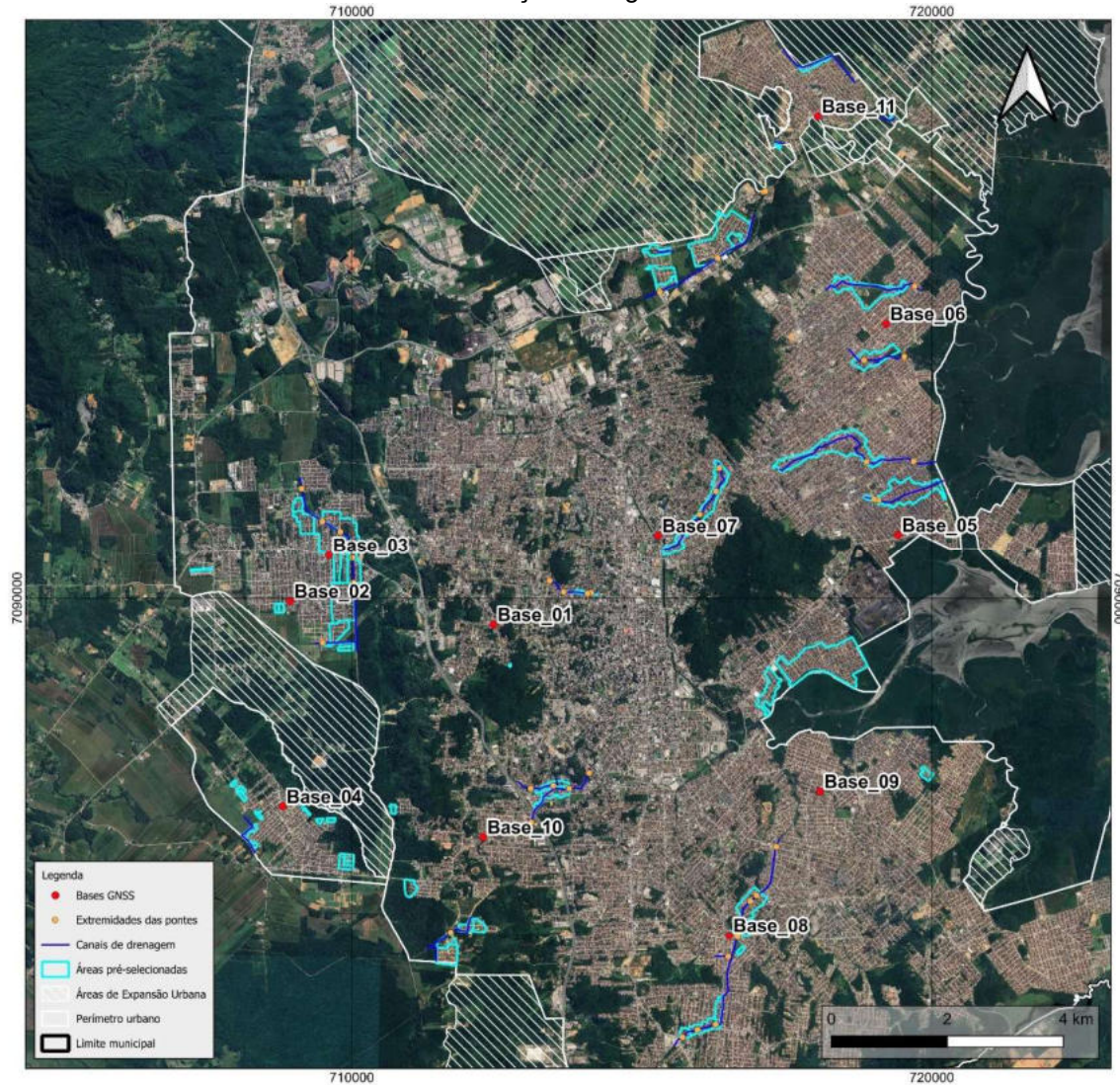
Foram identificadas áreas com pontos críticos, onde os sistemas de drenagem existentes podem ser insuficientes ou inadequados (**Figura 4.2.3-3**). Isso pode incluir pontos de acumulação de água, áreas propensas a inundações, locais com drenagem lenta ou obstruída, entre outros problemas relacionados à gestão da água. Essas áreas foram analisadas previamente com base em preocupações com inundações e alagamentos.

Figura 4.2.3-1. Mapa com as bases GNSS montadas e coletas de dados em áreas selecionadas.



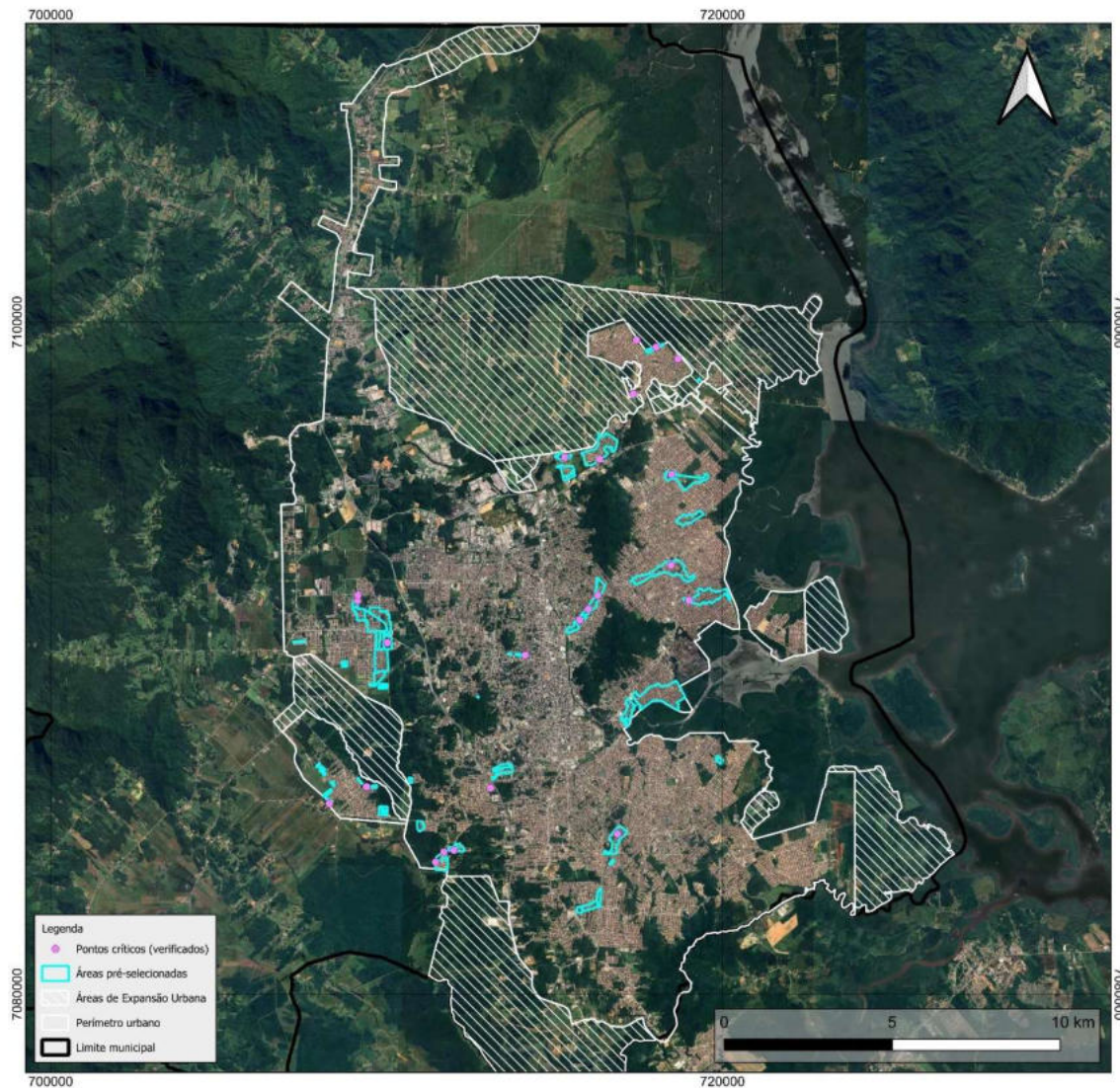
Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 4.2.3-2. Mapa apresenta as bases GNSS, canais acessados, pequenas pontes, linha/percurso do canal acessado e setores de inundação e alagamento visitados.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 4.2.3-3: Mapa de pontos críticos dentro e fora de setores de inundação e alagamento.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.2.4. DESCRIÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS

As **Figuras 4.2.4-1 a 4.2.4-21** abaixo apresentam os pontos críticos pontuados na **Figura 4.2.3-3** com respectiva localização e a descrição. Importante destacar que não foi escopo desse projeto a realização de estudos batimétricos, mas quando possível as profundidades foram estimadas.

Figura 4.2.4-1. Área JOI/085/001/INU/R1/V1

Localização 7091707,742 N;
709138,428 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens, profundidade da lâmina de água de 40 cm.



Figura 4.2.4-2. Área JOI/085/001/INU/R1/V1

Localização 7091876,881 N;
709148,539 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens, profundidade da lâmina de água de 40 cm.



Figura 4.2.4-3. Área JOI/086/004/INU/R1/V1

Localização 7090461,044 N;
710025,730 E

Descrição Avanço de terreno para margem do córrego, depósito de terra e blocos.



Figura 4.2.4-4. Área JOI/091/006/INU/R1/V4


| | | |
|-------------|--|--|
| Localização | 7085672,692 N; 708295,640 E |  |
| Descrição | Córrego apresenta acúmulo de troncos, lixo urbano, margens solapadas, acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens. | |

Figura 4.2.4-5. Área JOI/093/002/INU/R1/V3

| | | |
|--------------|--|---|
| Localização: | 7086168,237 N; 709404,029 E |  |
| Descrição | Córrego apresenta acúmulo de lixo urbano e má conservação. | |

Figura 4.2.4-6. Área JOI/096/001/INU/R1/V4

| | | |
|--------------|---|--|
| Localização: | 709404,029 N; 712004,579 E |  |
| Descrição | Córrego apresenta acúmulo/depósitos de entulho e lixo urbano dentro e após a tubulação. | |

Figura 4.2.4-7. Área JOI/097/001/INU/R1/V4

Localização: 7084280,286 N;
712004,579 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos após tubulação e má conservação de estrutura.



Figura 4.2.4-8. Área JOI/097/002/INU/R1/V4

Localização: 7083925,659 N;
711458,063 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens.



Figura 4.2.4-8. Área JOI/098/003/INU/R1/V3

Localização: 7095984,284 N;
715308,303 E

Descrição Córrego apresenta má conservação nas margens e estreitamento de fluxo de água.



Figura 4.2.4-9. Área JOI/099/001/INU/R1/V1

Localização: 7095919,473 N;
716343,618 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens.



Figura 4.2.4-10. Área JOI/100/001/INU/R2/V3

Localização: 7097864,582 N;
717354,151 E

Descrição Córrego apresenta má conservação de margens, estreitamento de fluxo de água, acúmulo/depósitos de sedimentos após tubulação.



Figura 4.2.4-11. Área JOI/101/001/INU/R1/V3

Localização: 7099466,949 N;
717444,147 E

Descrição Córrego apresenta margem solapada em frente a saída da tubulação.



Figura 4.2.4-12. Área JOI/101/001/INU/R1/V3

Localização: 7099255,912 N;
718026,005 E

Descrição Córrego apresenta má conservação, estreitamento de fluxo de água, acúmulo/depósitos de lixo urbano.



Figura 4.2.4-13. Área JOI/101/001/INU/R1/V3

Localização: 7098903,152 N;
718675,032 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos no meio e margem do canal.



Figura 4.2.4-14. Área JOI/111/001/INU/R2/V1

Localização: 7091858,836 N;
716284,741 E

Descrição Córrego apresenta estrutura para contenção de margem construída por morador, assoreamento, lâmina d'água com aproximadamente 30 cm de profundidade.



Figura 4.2.4-15. Área JOI/111/001/INU/R2/V1

Localização: 7091456,621 N;
716005,872 E

Descrição Córrego apresenta má conservação, acúmulo/depósitos de sedimentos no meio do canal e lâmina d'água com aproximadamente 30 cm de profundidade.



Figura 4.2.4-16. Área JOI/111/001/INU/R2/V1

Localização: 7091132,992 N;
715751,250 E

Descrição Córrego apresenta má conservação com acúmulo de galhos e troncos dentro e fora da tubulação e lixo urbano.



Figura 4.2.4-17. Área JOI/112/003/INU/R2/V1

Localização: 7090093,000 N;
714132,457 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens.



Figura 4.2.4-17. Área JOI/115/001/INU/R1/V1

Localização: 7084225,742 N;
711709,136 E

Descrição
Córrego apresenta má conservação com acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens estreitando o fluxo d'água.



Figura 4.2.4-18. Área JOI/128/001/INU/R2/V1

Localização: 7084767,720 N;
716880,611 E

Descrição
Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos nas margens.



Figura 4.2.4-19. Área JOI/133/001/INU/R1/V1

Localização: 7095470,326 N;
718488,270 E

Descrição
Córrego apresenta acúmulo/depósitos de sedimentos e lixo urbano após a tubulação.



Figura 4.2.4-20. Área JOI/135/001/INU/R1/V2

Localização: 7092771,463 N;
718477,627 E

Descrição Córrego apresenta acúmulo/dépósitos de sedimentos e lixo urbano após a tubulação.



Figura 4.2.4-21. Área JOI/136/001/INU/R1/V2

Localização: 7091719,831 N;
719010,536 E

Descrição Córrego apresenta má conservação das margens e acúmulo de lixo urbano nos estreitamentos para as residências.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.2.5. RESULTADOS OBTIDOS NO HISTÓRICO DE CHUVAS DO MUNICÍPIO

Os dados pluviométricos são de extrema importância para o entendimento das características das chuvas regionais, com isso foram avaliados os dados de pluviometria da instituição ANA, que disponibilizam seus dados através da plataforma HIDROWEB. Conforme metodologia, foi possível a obtenção de dados de três estações de pluviometria e dados de um pluviômetro. Foi possível avaliar dados históricos de 35 anos, se tornando um dado extremamente relevante para o entendimento das características das precipitações da região. Com os dados obtidos, foi elaborado uma tabela contendo os maiores eventos registrados nesse período e estão apresentados na **Tabela 4.2.5-1**, é importante ressaltar que os dados de pluviométricos são acumulados de chuvas que geralmente são medidos a cada 24 horas. Apenas destaque-se, que fora da temporalidade da avaliação, em 9 de fevereiro de 1995 ocorreu em Joinville um dos eventos hidrológicos mais catastróficos registrados, quando estima-se ter ocorrido uma chuva de 400mm, após um mês de Janeiro que registrou 27 dias de chuvas.

Tabela 4.2.5-1 – Maiores eventos registrados nos últimos 35 anos (mm/dia)

| Maiores eventos registrados nos últimos 35 anos (mm/dia) | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 15/01/1996 | 23/10/2008 | 27/10/2022 | 11/02/2011 | 16/01/1998 | 10/07/2022 | 21/12/2010 | 26/11/2011 | 24/01/2008 | 27/12/2022 |
| 260,0 | 209,3 | 204,0 | 179,8 | 170,1 | 167,5 | 161,1 | 159,9 | 158,6 | 157,7 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Através da **Tabela 4.2.5-1**, é possível concluir que:

- A maior chuva acumulada registrada na estação pluviométrica foi de 260 mm/dia (datada no dia 15/01/1996);
- Os maiores eventos em sua grande maioria foram registrados entre outubro e maio, o que são condizentes com os períodos de maiores precipitações da região; e
- A média de precipitações dos maiores eventos registrados na estação pluviométrica é de 182,8 mm/dia.

Importante ressaltar que esses dados são de extrema importância para análises hidrológicas e de comportamento de eventos acima da média na região. Também foram avaliados dados de pluviógrafo, na Tabela 4.2.5-1 foi destacado a intensidade máxima com chuvas de durações de 10 minutos dos maiores eventos entre o período de 2014 a 2024, o objetivo foi de avaliar 10 anos de histórico do equipamento para avaliação do comportamento de intensidade de chuva nos últimos anos. Foi possível obter as seguintes informações:

- A intensidade máxima registrada foi de 105,74 mm/h em uma duração de chuva de 10 minutos;
- A intensidade média registrada foi de 10,50 mm/h em uma duração de chuva de 10 minutos; e
- A intensidade mínima registrada foi de 1,20 mm/h em uma duração de chuva de 10 minutos. Com os dados obtidos, é possível afirmar que a intensidade máxima em 10 minutos dos últimos 10 anos em Joinville-SC, foi de 105,74 mm/10min. A importância desses dados também vale para a correlação com as curvas IDF, para avaliar se a curva ainda se mostra eficiente dentro dos resultados obtidos de intensidade mais recentes que existem no município.

Tabela 4.2.5-2 – Intensidade máxima (mm/10min)

| | Intensidade máxima (mm/tempo) | i (mm/10min) |
|------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 20/04/2014 21:00 | 25,18 | 20,85 |
| 26/05/2014 04:00 | 4,13 | 1,97 |
| 07/06/2014 20:30 | 9,17 | 7,41 |
| 08/07/2014 01:50 | 13,46 | 6,25 |
| 12/08/2014 22:00 | 7,72 | 7,32 |
| 02/09/2014 19:30 | 8,95 | 7,38 |
| 01/10/2014 04:40 | 11,18 | 10,6 |
| 04/11/2014 23:40 | 8,75 | 5,59 |
| 28/12/2014 19:00 | 24,03 | 13,42 |
| 20/01/2015 20:10 | 23,59 | 11,39 |
| 28/02/2015 02:10 | 12 | 7,86 |
| 13/03/2015 02:30 | 21,66 | 4,06 |
| 27/8/2015 06:20 | 4,53 | 3,55 |
| 17/9/2015 08:00 | 17,9 | 10,57 |
| 22/10/2015 09:20 | 13,2 | 10,4 |
| 19/11/2015 21:00 | 15,78 | 12,24 |
| 7/12/2015 01:50 | 148,12 | 105,74 |
| 26/1/2016 19:30 | 16,86 | 9,4 |
| 4/2/2016 12:20 | 50,14 | 50,14 |
| 17/3/2016 15:20 | 35,46 | 35,46 |
| 13/4/2016 01:30 | 9,96 | 9,16 |
| 14/5/2016 04:50 | 7,72 | 4,06 |
| 17/6/2016 17:20 | 2,76 | 2,74 |
| 16/7/2016 07:20 | 5,31 | 2,16 |
| 17/8/2016 17:50 | 14,27 | 10,53 |
| 3/9/2016 18:40 | 4,92 | 3,55 |
| 20/10/2016 20:50 | 20,17 | 18,01 |
| 28/11/2016 20:50 | 21,47 | 18 |
| 31/12/2016 19:40 | 12,4 | 10,43 |
| 5/1/2017 21:20 | 21,25 | 21,05 |
| 22/2/2017 02:10 | 23,8 | 16,4 |

Tabela 4.2.5-2 – Intensidade máxima (mm/10min)

| | Intensidade máxima (mm/tempo) | i (mm/10min) |
|------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1/3/2017 19:40 | 21,67 | 10,29 |
| 11/4/2017 21:10 | 16,22 | 13,22 |
| 27/5/2017 00:00 | 12,2 | 11,59 |
| 5/6/2017 02:50 | 7,1 | 4,33 |
| 4/7/2017 14:50 | 3,35 | 3,35 |
| 13/8/2017 21:00 | 5,9 | 4,33 |
| 30/9/2017 09:10 | 5,9 | 1,22 |
| 13/10/2017 22:00 | 10,17 | 6,75 |
| 10/11/2017 19:00 | 8,93 | 6,96 |
| 24/12/2017 18:40 | 17,48 | 11,85 |
| 12/1/2018 04:10 | 19,8 | 17,2 |
| 21/2/2018 19:10 | 24,27 | 20,92 |
| 27/3/2018 13:40 | 24,97 | 24,97 |
| 4/4/2018 23:50 | 26,99 | 18,19 |
| 6/5/2018 17:40 | 11,8 | 11,8 |
| 5/6/2018 03:30 | 2,56 | 3,34 |
| 19/2/2018 22:00 | 15,78 | 12,24 |
| 3/9/2018 18:40 | 11,99 | 6,61 |
| 10/10/2018 02:10 | 12,2 | 9,8 |
| 30/11/2018 16:30 | 14,26 | 10,69 |
| 19/2/2018 21:40 | 14,4 | 14,2 |
| 14/1/2019 18:10 | 13,61 | 13,61 |
| 22/2/2019 01:40 | 17,8 | 11,8 |
| 18/3/2019 22:50 | 14,2 | 14 |
| 16/4/2019 17:40 | 17,4 | 15,8 |
| 30/5/2019 19:30 | 8,2 | 7,8 |
| 2/6/2019 16:30 | 4,6 | 4,4 |
| 31/8/2019 17:20 | 4,6 | 4,6 |
| 18/9/2019 21:10 | 12,2 | 10,63 |
| 18/10/2019 04:20 | 7,09 | 4,72 |
| 27/11/2019 03:10 | 7,4 | 5,6 |
| 5/12/2019 19:30 | 8,98 | 3,75 |
| 29/1/2020 18:50 | 8,2 | 2,8 |
| 7/2/2020 02:40 | 9,6 | 5,2 |
| 10/3/2020 16:50 | 6,9 | 1,4 |
| 11/6/2020 12:30 | 4,4 | 3,6 |
| 28/7/2020 21:40 | 4,14 | 3,35 |
| 14/8/2020 23:00 | 5,51 | 5,31 |
| 17/11/2020 00:00 | 12,2 | 12 |
| 28/12/2020 22:40 | 14,6 | 11,6 |
| 1/1/2021 02:10 | 19,75 | 9,59 |
| 1/2/2021 17:40 | 11,6 | 11,4 |
| 15/3/2021 00:40 | 21,6 | 11,2 |
| 17/4/2021 23:20 | 9 | 8,1 |
| 6/5/2021 19:10 | 4,14 | 3,16 |
| 7/6/2021 00:00 | 3,55 | 2,16 |
| 7/7/2021 06:30 | 2 | 1,8 |
| 9/8/2021 06:50 | 10,79 | 9,81 |
| 29/9/2021 00:50 | 13,43 | 8,05 |
| 29/10/2021 19:20 | 6,89 | 5,71 |
| 1/11/2021 08:10 | 7,2 | 4 |
| 26/12/2021 23:20 | 17,28 | 13,93 |
| 27/1/2022 19:20 | 13,2 | 10,8 |
| 17/2/2022 21:20 | 16,65 | 8,89 |
| 30/3/2022 18:00 | 17,49 | 16,31 |
| 14/4/2022 00:50 | 8,94 | 4,8 |
| 4/5/2022 13:40 | 14,68 | 6,36 |
| 6/6/2022 20:20 | 5,2 | 5,2 |
| 14/7/2022 09:30 | 2 | 1,2 |
| 12/9/2022 08:00 | 5,6 | 5,4 |
| 29/10/2022 17:00 | 6 | 5,8 |
| 26/11/2022 14:30 | 10,2 | 3,8 |

Tabela 4.2.5-2 – Intensidade máxima (mm/10min)

| Intensidade máxima (mm/tempo) | | i (mm/10min) |
|-------------------------------|-------|--------------|
| 28/12/2022 18:20 | 15,2 | 14,6 |
| 3/1/2023 17:40 | 22,8 | 17,4 |
| 1/2/2023 22:00 | 18,6 | 12,2 |
| 10/3/2023 18:20 | 14,4 | 8,2 |
| 14/4/2023 09:00 | 7,1 | 2,56 |
| 9/5/2023 04:10 | 5,2 | 4,6 |
| 15/6/2023 12:40 | 3 | 1,8 |
| 12/7/2023 01:20 | 3 | 1,4 |
| 19/8/2023 01:10 | 12,8 | 12,8 |
| 4/9/2023 14:20 | 12,17 | 12,17 |
| 30/10/2023 21:20 | 17,59 | 17,59 |
| 13/11/2023 17:30 | 7,39 | 7,39 |
| 25/12/2023 00:20 | 6,6 | 4,4 |
| 11/1/2024 21:10 | 27,8 | 26 |
| 24/2/2024 19:00 | 15,13 | 13,53 |
| 2/3/2024 01:20 | 7,4 | 7,4 |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

4.2.6. RESULTADOS DA INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA NO MUNICÍPIO

Seguindo a metodologia de cálculo apresentada, as Tabelas 4.2.6-1 a 4.2.6-4 apresentam as intensidades máximas para cada período retorno.

Tabela 4.2.6-1 – Valores de intensidade máxima para TR de 2 anos

| Curvas IDF | | | | | | | | i (mm/min) | i (mm/h) |
|-----------------------------|--------|------|--------|----------------|-----------|-----------|-------|------------|----------|
| Coeficientes Regionalizados | | | | Dados de chuva | | | | | |
| K | a | b | c | t (min) | t (horas) | TR (anos) | | | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 5 | 0,08 | 2 | 76,55 | 85,28 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 10 | 0,17 | 2 | 69,50 | 85,10 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 15 | 0,25 | 2 | 63,77 | 84,94 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 30 | 0,5 | 2 | 51,51 | 84,45 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 45 | 0,75 | 2 | 43,54 | 83,96 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 60 | 1 | 2 | 37,90 | 83,48 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 120 | 2 | 2 | 25,58 | 81,62 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 240 | 4 | 2 | 16,17 | 78,16 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 480 | 8 | 2 | 9,80 | 72,14 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 960 | 16 | 2 | 5,80 | 62,74 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 1440 | 24 | 2 | 4,24 | 55,73 | |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Tabela 4.2.6-2 – Valores de intensidade máxima para TR de 5 anos.

| Curvas IDF | | | | | | | | i (mm/min) | i (mm/h) |
|-----------------------------|--------|------|--------|----------------|-----------|-----------|-------|------------|----------|
| Coeficientes Regionalizados | | | | Dados de chuva | | | | | |
| K | a | b | c | t (min) | t (horas) | TR (anos) | | | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 5 | 0,08 | 5 | 91,92 | 102,41 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 10 | 0,17 | 5 | 83,45 | 102,19 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 15 | 0,25 | 5 | 76,57 | 102,00 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 30 | 0,5 | 5 | 61,85 | 101,40 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 45 | 0,75 | 5 | 52,29 | 100,82 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 60 | 1 | 5 | 45,52 | 100,24 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 120 | 2 | 5 | 30,71 | 98,00 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 240 | 4 | 5 | 19,42 | 93,85 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 480 | 8 | 5 | 11,77 | 86,62 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 960 | 16 | 5 | 6,97 | 75,34 | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 1440 | 24 | 5 | 5,09 | 66,91 | |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Tabela 4.2.6-3 – Valores de intensidade máxima para TR de 10 anos.

| Curvas IDF | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|--------|----------------|-----------|-----------|------------|----------|
| Coeficientes Regionalizados | | | | Dados de chuva | | | i (mm/min) | i (mm/h) |
| K | a | b | c | t (min) | t (horas) | TR (anos) | | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 5 | 0,08 | 10 | 105,56 | 117,61 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 10 | 0,17 | 10 | 95,84 | 117,36 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 15 | 0,25 | 10 | 87,94 | 117,14 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 30 | 0,5 | 10 | 71,04 | 116,46 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 45 | 0,75 | 10 | 60,05 | 115,79 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 60 | 1 | 10 | 52,27 | 115,12 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 120 | 2 | 10 | 35,27 | 112,55 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 240 | 4 | 10 | 22,30 | 107,78 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 480 | 8 | 10 | 13,52 | 99,48 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 960 | 16 | 10 | 8,00 | 86,53 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 1440 | 24 | 10 | 5,85 | 76,85 |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Tabela 4.2.6-4 – Valores de intensidade máxima para TR de 25 anos

| Curvas IDF | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|--------|----------------|-----------|-----------|------------|----------|
| Coeficientes Regionalizados | | | | Dados de chuva | | | i (mm/min) | i (mm/h) |
| K | a | b | c | t (min) | t (horas) | TR (anos) | | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 5 | 0,08 | 25 | 126,76 | 141,22 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 10 | 0,17 | 25 | 115,09 | 140,93 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 15 | 0,25 | 25 | 105,59 | 140,66 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 30 | 0,5 | 25 | 85,30 | 139,84 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 45 | 0,75 | 25 | 72,11 | 139,04 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 60 | 1 | 25 | 62,77 | 138,24 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 120 | 2 | 25 | 42,36 | 135,15 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 240 | 4 | 25 | 26,78 | 129,42 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 480 | 8 | 25 | 16,23 | 119,45 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 960 | 16 | 25 | 9,61 | 103,90 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 1440 | 24 | 25 | 7,02 | 92,28 |

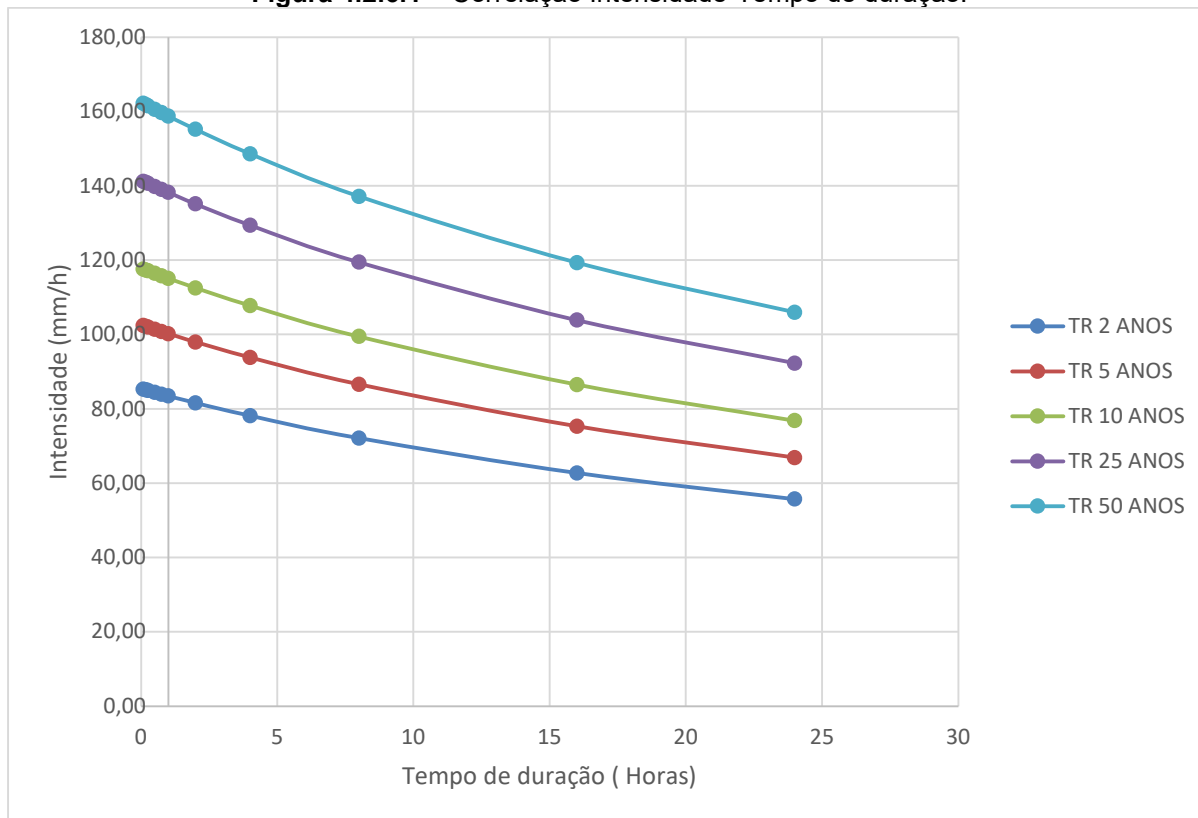
Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Tabela 4.2.6-5 – Valores de intensidade máxima para o TR de 50 anos

| Curvas IDF | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|--------|----------------|-----------|-----------|------------|----------|
| Coeficientes Regionalizados | | | | Dados de chuva | | | i (mm/min) | i (mm/h) |
| K | a | b | c | t (min) | t (horas) | TR (anos) | | |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 5 | 0,08 | 50 | 145,58 | 162,19 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 10 | 0,17 | 50 | 132,17 | 161,85 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 15 | 0,25 | 50 | 121,27 | 161,54 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 30 | 0,5 | 50 | 97,97 | 160,60 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 45 | 0,75 | 50 | 82,81 | 159,68 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 60 | 1 | 50 | 72,09 | 158,76 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 120 | 2 | 50 | 48,64 | 155,22 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 240 | 4 | 50 | 30,75 | 148,64 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 480 | 8 | 50 | 18,64 | 137,19 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 960 | 16 | 50 | 11,04 | 119,33 |
| 1218,2 | 0,1997 | 33,7 | 0,7948 | 1440 | 24 | 50 | 8,07 | 105,98 |

Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Com os resultados obtidos foi realizado a representação gráfica da intensidade da chuva no município (**Figura 4.2.6.1**) para cada tempo de retorno.

Figura 4.2.6.1 – Correlação Intensidade-Tempo de duração.


Fonte: Elaborado pelo consórcio.

Um ponto relevante a ser avaliado, é a correlação entre a média efetiva de intensidade de chuva em um tempo de 10 minutos no pluviógrafo (histórico entre 2014 e 2024) avaliado, no qual se obteve o valor de 105,74 mm/h. O gráfico se mostrou efetivo nos valores obtidos, no qual registra as seguintes intensidades:

- Em um tempo de retorno de 2 anos, o gráfico mostra uma intensidade de 85,10 mm/h em uma chuva de duração de 10 minutos;
- Em um tempo de retorno de 5 anos, o gráfico mostra uma intensidade de 102,19 mm/h em uma chuva de duração de 10 minutos;
- Em um tempo de retorno de 10 anos, o gráfico mostra uma intensidade de 117,39 mm/h em uma chuva de duração de 10 minutos;
- Em um tempo de retorno de 25 anos, o gráfico mostra uma intensidade de 140,93 mm/h em uma chuva de duração de 10 minutos; e
- Em um tempo de retorno de 50 anos, o gráfico mostra uma intensidade de 161,85 mm/h em uma chuva de duração de 10 minutos.

Ou seja, o histórico de 10 anos do pluviógrafo está entre os seus respectivos valores da curva IDF, mostrando que a curva atende ao histórico mais recente.

4.2.7. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DAS BACIAS DE INTERESSE

Para a obtenção das vazões das áreas de inundação, foi necessário a delimitação das contribuições de cada setor, com isso foram elaborados os mapas das áreas de contribuição

(Anexo G). Os dados topográficos e as avaliações das seções feitas em campo, permitiram obter as informações necessárias para caracterização das contribuições existentes nos setores de inundação, elas estão apresentadas na **Tabela 4.2.7-1**.

Tabela 4.2.7-1 – Características das bacias de interesse.

| Nomenclatura | Área km ² | Talvegue m | Cota da base m | Δh m | i m/m |
|------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|---------|----------|
| JOI/85/INU/R1/V1 | 12,11 | 9487,38 | 10,00 | 348,24 | 0,0367 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 12,11 | 11218,11 | 10,00 | 348,24 | 0,0310 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 0,75 | 1950,86 | 10,03 | 14,16 | 0,0073 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 25,38 | 12585,00 | 10,00 | 174,89 | 0,0139 |
| JOI/89/INU/R1/V1 | 16,60 | 11218,00 | 10,00 | 348,24 | 0,0310 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 0,18 | 715,65 | 8,77 | 63,74 | 0,0891 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 0,31 | 908,84 | 14,22 | 70,39 | 0,0775 |
| JOI/91/001/INU | 0,41 | 707,73 | 12,11 | 2,89 | 0,0041 |
| JOI/91/002 e 003 | 0,41 | 742,94 | 12,12 | 2,56 | 0,0034 |
| JOI/91/005 | 0,83 | 1617,59 | 12,12 | 2,56 | 0,0016 |
| JOI/91/006 | 10,14 | 7678,65 | 10,05 | 14,95 | 0,0019 |
| JOI/95/001/INU | 0,39 | 925,37 | 9,51 | 5,94 | 0,0064 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 1,08 | 1609,00 | 8,74 | 11,26 | 0,0070 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 0,95 | 1886,00 | 9,79 | 43,96 | 0,0233 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 0,14 | 642,36 | 9,79 | 24,84 | 0,0387 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 0,26 | 947,55 | 9,16 | 10,57 | 0,0112 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 2,38 | 2479,01 | 9,16 | 44,59 | 0,0180 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 2,30 | 4467,00 | 5,00 | 5,00 | 0,0011 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 2,75 | 4467,06 | 5,00 | 5,00 | 0,0011 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 40,22 | 12127,70 | 4,77 | 444,08 | 0,0366 |
| JOI/100/001/INU | 2,82 | 2981,68 | 4,97 | 2,75 | 0,0009 |
| JOI/101/001/INU | 2,45 | 3077,13 | 1,61 | 5,39 | 0,0018 |
| JOI/102/001/INU | 60,11 | 19714,00 | 3,74 | 444,26 | 0,0225 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 2,86 | 14460,00 | 0,00 | 31,32 | 0,0022 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 0,20 | 595,65 | 16,67 | 4,53 | 0,0076 |
| JOI/104/001/INU | 1,06 | 1194,60 | 14,91 | 19,91 | 0,0167 |
| JOI/104/002/INU | 1,81 | 2389,20 | 10,00 | 24,82 | 0,0104 |
| JOI/105/001/INU | 4,95 | 2389,20 | 14,91 | 19,91 | 0,0083 |
| JOI/106/001/INU | 2,01 | 2081,89 | 10,01 | 11,72 | 0,0056 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 2,01 | 2081,89 | 10,01 | 11,72 | 0,0056 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 5,17 | 4611,49 | 3,15 | 28,17 | 0,0061 |
| JOI/108/001/INU | 11,14 | 5091,00 | 5,30 | 26,02 | 0,0051 |
| JOI/109/001/INU | 11,89 | 5864,28 | 5,22 | 26,10 | 0,0045 |
| JOI/110/001/INU | 18,27 | 7436,33 | 3,15 | 28,17 | 0,0038 |
| JOI/111/001/INU | 2,60 | 2802,84 | 8,19 | 63,73 | 0,0227 |
| JOI/112 | 4,45 | 3398,22 | 5,00 | 3,63 | 0,0011 |
| JOI/113 | 29,42 | 9294,20 | 2,49 | 28,83 | 0,0031 |
| JOI/114 e JOI/115 | 4,79 | 2362,54 | 12,87 | 13,29 | 0,0056 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 1,98 | 2362,54 | 7,24 | 18,92 | 0,0080 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 2,90 | 3283,99 | 7,57 | 49,74 | 0,0151 |
| JOI/117/001/INU | 7,95 | 2988,70 | 2,00 | 7,51 | 0,0025 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 8,05 | 2988,70 | 2,00 | 7,51 | 0,0025 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 2,47 | 3387,27 | 4,19 | 81,21 | 0,0240 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 27,21 | 9267,04 | 2,21 | 29,11 | 0,0031 |
| JOI/119/001 | 0,74 | 1360,77 | 7,44 | 14,57 | 0,0107 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 0,74 | 1360,77 | 7,44 | 14,57 | 0,0107 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 3,07 | 2675,56 | 10,00 | 15,51 | 0,0058 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 0,30 | 757,12 | 5,02 | 14,98 | 0,0198 |
| JOI/121/001 | 6,76 | 5253,68 | 1,46 | 24,05 | 0,0046 |
| JOI/122/001 | 7,76 | 5253,68 | 1,46 | 24,05 | 0,0046 |
| JOI/123/001 | 1,76 | 2432,72 | 1,24 | 12,85 | 0,0053 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 40,38 | 14460,91 | 0,00 | 31,32 | 0,0022 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 9,92 | 6192,27 | 1,60 | 23,91 | 0,0039 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 2,37 | 3025,99 | 5,00 | 20,11 | 0,0066 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 5,69 | 6627,25 | 4,47 | 86,89 | 0,0131 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 0,79 | 2605,59 | 10,58 | 64,88 | 0,0249 |

Tabela 4.2.7-1 – Características das bacias de interesse.

| Nomenclatura | Área km ² | Talvegue m | Cota da base m | Δh m | i m/m |
|------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|---------|----------|
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 0,64 | 1096,99 | 10,58 | 9,64 | 0,0088 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 8,89 | 6627,25 | 4,47 | 86,89 | 0,0131 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 2,69 | 2682,65 | 5,01 | 25,00 | 0,0093 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 12,95 | 6627,25 | 4,47 | 86,89 | 0,0131 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 0,22 | 624,97 | 7,04 | 7,96 | 0,0127 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 14,84 | 6627,25 | 4,47 | 86,89 | 0,0131 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 8,10 | 6217,92 | 1,07 | 129,05 | 0,0208 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 1,93 | 3693,99 | 0,79 | 12,31 | 0,0033 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 24,49 | 8109,97 | 1,44 | 89,92 | 0,0111 |
| JOI/131/001 | 53,20 | 14460,91 | 0,00 | 31,32 | 0,0022 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 0,63 | 1537,92 | 1,99 | 83,88 | 0,0545 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 0,37 | 1536,66 | 2,00 | 85,89 | 0,0559 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 0,59 | 1743,94 | 1,90 | 55,89 | 0,0320 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 0,87 | 2532,14 | 1,00 | 25,11 | 0,0099 |
| JOI/133/001 | 4,27 | 3619,69 | 24,94 | 79,30 | 0,0219 |
| JOI/134/001 | 3,08 | 3493,71 | 1,39 | 136,24 | 0,0390 |
| JOI/135/001 | 4,66 | 5154,32 | 0,00 | 153,56 | 0,0298 |
| JOI/136/001 1ª ANÁLISE | 23,24 | 5969,20 | 1,74 | 6,45 | 0,0011 |
| JOI/137/001 2ª ANÁLISE | 2,56 | 3937,05 | 0,00 | 138,72 | 0,0352 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 3,53 | 2337,88 | 1,09 | 13,75 | 0,0059 |
| JOI/139/001 | 3,54 | 4058,20 | 2,67 | 132,10 | 0,0326 |
| JOI/140/001 | 2,96 | 3597,52 | 0,19 | 105,65 | 0,0294 |
| JOI/150/002* | 0,21 | 507,44 | 18,50 | 18,17 | 0,0358 |

* A área JOI/150 apresenta processo de escorregamento e inundação

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

4.2.8. USO DO SOLO E TAXAS DE IMPERMEABILIDADE (COEFICIENTE N)

Com o objetivo de avaliar o uso do solo e suas taxas de impermeabilidade adotados para o município de Joinville-SC, foi utilizado dados cartográficos do meio físico que classificam as unidades homogêneas de cobertura do solo e do uso e padrão de ocupação urbana (UHCT) nas áreas de contribuição dos setores de inundação, o objetivo principal é definir os coeficientes de taxa de impermeabilidade dos setores, para posteriormente serem utilizados nos cálculos de vazão das áreas de inundação.

Para a definição dos coeficientes de impermeabilidade foi utilizado o UHCT entregue no produto 03 (2230-R03-24-Historico de desastres) realizado pelo Consórcio. Com a definição dos coeficientes para a região, foi elaborado a **Tabela 4.2.88-1**, no qual é possível observar os resultados do coeficiente adotado para cada setor de inundação. Vale destacar que os mapas com a delimitação das áreas de contribuição, estão apresentados no **Anexo G**.

Tabela 4.2.88-1 – Coeficientes de taxa de impermeabilidade

| Setor | N (adotado) |
|------------------|-------------|
| JOI/85/INU/R1/V1 | 82,96 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 93,89 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 88,51 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 80,49 |
| JOI/89/INU/R1/V1 | 84,94 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 90,25 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 83,02 |
| JOI/91/001/INU | 87,24 |
| JOI/91/002 e 003 | 87,24 |
| JOI/91/005 | 85,41 |
| JOI/91/006 | 80,01 |
| JOI/95/001/INU | 87,59 |

Tabela 4.2.88-1 – Coeficientes de taxa de impermeabilidade

| Setor | N (adotado) |
|------------------------|--------------------|
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 78,21 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 84,16 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 84,47 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 85,61 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 81,33 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 84,81 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 84,66 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 83,98 |
| JOI/100/001/INU | 83,30 |
| JOI/101/001/INU | 90,40 |
| JOI/102/001/INU | 68,84 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 87,18 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 87,05 |
| JOI/104/001/INU | 88,96 |
| JOI/104/002/INU | 90,97 |
| JOI/105/001/INU | 85,48 |
| JOI/106/001/INU | 92,69 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 90,13 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 90,13 |
| JOI/108/001/INU | 90,38 |
| JOI/109/001/INU | 90,50 |
| JOI/110/001/INU | 91,01 |
| JOI/111/001/INU | 90,06 |
| JOI/112 | 90,54 |
| JOI/113 | 90,61 |
| JOI/114 e JOI/115 | 88,94 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 91,37 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 87,20 |
| JOI/117/001/INU | 90,18 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 90,23 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 91,14 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 90,51 |
| JOI/119/001 | 91,72 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 91,72 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 88,96 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 91,89 |
| JOI/121/001 | 90,76 |
| JOI/122/001 | 90,97 |
| JOI/123/001 | 93,61 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 90,33 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 91,38 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 90,02 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 85,75 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 90,63 |
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 85,79 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 87,23 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 90,09 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 88,26 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 88,26 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 88,80 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 88,69 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 90,13 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 88,76 |
| JOI/131/001 | 89,98 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 89,05 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 89,97 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 92,99 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 89,81 |
| JOI/133/001 | 90,12 |
| JOI/134/001 | 91,19 |
| JOI/135/001 | 91,73 |
| JOI/136/001 1º ANÁLISE | 90,12 |

Tabela 4.2.88-1 – Coeficientes de taxa de impermeabilidade

| Setor | N (adotado) |
|------------------------|-------------|
| JOI/137/001 2º ANÁLISE | 91,34 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 88,92 |
| JOI/139/001 | 87,86 |
| JOI/140/001 | 76,39 |
| JOI/150/002 | 86,38 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.2.9. RESULTADOS DAS VAZÕES DOS SETORES DE INUNDAÇÃO

Com a definição da metodologia aplicada, os resultados obtidos através da delimitação das áreas de contribuição, definição das intensidades de chuva para o município, características hidrográficas dos pontos de interesse e definição do uso do solo e taxas de impermeabilidade, foram calculadas as precipitações excedentes para cada setor de inundação, as mesmas estão apresentadas na **Tabela 4.2.9-1**, **Tabela 4.2.9-2**, **Tabela 4.2.9-3**, **Tabela 4.2.9-4** e **Tabela 4.2.9-5**. Em seguida foram calculadas todas as vazões de contribuição para cada setor de inundação, na **Tabela 4.2.9-6** está apresentado uma tabela resumo contendo as vazões de pico dos setores.

Tabela 4.2.9-1 – Precipitação excedente (TR 2 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|----------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/85/INU/R1/V1 | 80,51 | 1,34 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 165,07 | 82,96 | 44,10 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 162,53 | 93,89 | 68,23 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 44,46 | 0,74 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 170,66 | 88,51 | 55,44 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 145,46 | 2,42 | 85,28 | 85,28 | 0,55 | 155,91 | 80,49 | 39,58 |
| JOI/89/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 162,53 | 84,94 | 47,96 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 7,82 | 0,13 | 85,28 | 85,28 | 0,48 | 176,78 | 90,25 | 59,37 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 9,92 | 0,17 | 85,28 | 85,28 | 0,48 | 176,42 | 83,02 | 44,21 |
| JOI/91/001/INU | 25,41 | 0,42 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 173,79 | 87,24 | 52,70 |
| JOI/91/002 e 003 | 28,16 | 0,47 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 173,33 | 87,24 | 52,70 |
| JOI/91/005 | 69,17 | 1,15 | 85,28 | 85,28 | 0,51 | 166,79 | 85,41 | 48,90 |
| JOI/91/006 | 211,91 | 3,53 | 85,28 | 85,28 | 0,58 | 147,59 | 80,01 | 38,72 |
| JOI/95/001/INU | 26,25 | 0,44 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 173,65 | 87,59 | 53,45 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 38,87 | 0,65 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 171,57 | 78,21 | 35,65 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 27,64 | 0,46 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 173,41 | 84,16 | 46,41 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 9,92 | 0,17 | 85,28 | 85,28 | 0,48 | 176,42 | 84,47 | 47,02 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 21,61 | 0,36 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 174,42 | 85,61 | 49,32 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 37,70 | 0,63 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 171,76 | 81,33 | 41,08 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 85,28 | 85,28 | 0,56 | 152,37 | 84,81 | 47,70 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 85,28 | 85,28 | 0,56 | 152,37 | 84,66 | 47,40 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 97,36 | 1,62 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 162,58 | 83,98 | 46,06 |
| JOI/100/001/INU | 136,37 | 2,27 | 85,28 | 85,28 | 0,54 | 157,13 | 83,30 | 44,76 |
| JOI/101/001/INU | 109,15 | 1,82 | 85,28 | 85,28 | 0,53 | 160,89 | 90,40 | 59,71 |
| JOI/102/001/INU | 170,61 | 2,84 | 85,28 | 85,28 | 0,56 | 152,64 | 68,84 | 21,89 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 331,11 | 5,52 | 85,28 | 85,28 | 0,63 | 134,80 | 87,18 | 52,58 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 17,51 | 0,29 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 175,12 | 87,05 | 52,29 |
| JOI/104/001/INU | 22,13 | 0,37 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 174,34 | 88,96 | 56,46 |
| JOI/104/002/INU | 45,26 | 0,75 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 170,54 | 90,97 | 61,04 |
| JOI/105/001/INU | 49,27 | 0,82 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 169,89 | 85,48 | 49,04 |
| JOI/106/001/INU | 51,54 | 0,86 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 169,53 | 92,69 | 65,21 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 51,54 | 0,86 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 169,53 | 90,13 | 59,09 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 92,14 | 1,54 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 163,34 | 90,13 | 59,09 |
| JOI/108/001/INU | 106,50 | 1,78 | 85,28 | 85,28 | 0,53 | 161,27 | 90,38 | 59,67 |
| JOI/109/001/INU | 125,24 | 2,09 | 85,28 | 85,28 | 0,54 | 158,64 | 90,50 | 59,96 |

Tabela 4.2.9-1 – Precipitação excedente (TR 2 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|------------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/110/001/INU | 160,00 | 2,67 | 85,28 | 85,28 | 0,55 | 154,00 | 91,01 | 61,15 |
| JOI/111/001/INU | 37,86 | 0,63 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 171,73 | 90,06 | 58,93 |
| JOI/112 | 142,53 | 2,38 | 85,28 | 85,28 | 0,55 | 156,30 | 90,54 | 60,04 |
| JOI/113 | 205,17 | 3,42 | 85,28 | 85,28 | 0,57 | 148,39 | 90,61 | 60,22 |
| JOI/114 e JOI/115 | 56,83 | 0,95 | 85,28 | 85,28 | 0,51 | 168,70 | 88,94 | 56,40 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 49,60 | 0,83 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 169,84 | 91,37 | 62,00 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 50,01 | 0,83 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 169,78 | 87,20 | 52,62 |
| JOI/117/001/INU | 92,88 | 1,55 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 163,24 | 90,18 | 59,21 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 92,88 | 1,55 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 163,24 | 90,23 | 59,33 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 42,92 | 0,72 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 170,91 | 91,14 | 61,45 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 203,72 | 3,40 | 85,28 | 85,28 | 0,57 | 148,56 | 90,51 | 59,97 |
| JOI/119/001 | 29,00 | 0,48 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 173,19 | 91,72 | 62,85 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 29,00 | 0,48 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 173,19 | 91,72 | 62,84 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 61,82 | 1,03 | 85,28 | 85,28 | 0,51 | 167,92 | 88,96 | 56,46 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 14,58 | 0,24 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 175,62 | 91,89 | 63,26 |
| JOI/121/001 | 113,84 | 1,90 | 85,28 | 85,28 | 0,53 | 160,23 | 90,76 | 60,56 |
| JOI/122/001 | 113,84 | 1,90 | 85,28 | 85,28 | 0,53 | 160,23 | 90,97 | 61,05 |
| JOI/123/001 | 59,55 | 0,99 | 85,28 | 85,28 | 0,51 | 168,27 | 93,61 | 67,51 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 331,13 | 5,52 | 85,28 | 85,28 | 0,63 | 134,80 | 90,33 | 59,55 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 137,94 | 2,30 | 85,28 | 85,28 | 0,54 | 156,91 | 91,38 | 62,02 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 64,49 | 1,07 | 85,28 | 85,28 | 0,51 | 167,51 | 90,02 | 58,84 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 90,78 | 1,51 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 163,54 | 85,75 | 49,60 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 34,56 | 0,58 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 172,27 | 90,63 | 60,25 |
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 26,51 | 0,44 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 173,60 | 85,79 | 49,68 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 163,54 | 87,23 | 52,69 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 51,60 | 0,86 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 169,52 | 90,09 | 59,02 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 163,54 | 88,26 | 54,91 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 14,90 | 0,25 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 175,56 | 88,26 | 54,91 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 163,54 | 88,80 | 56,09 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 72,43 | 1,21 | 85,28 | 85,28 | 0,51 | 166,29 | 88,69 | 55,84 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 98,07 | 1,63 | 85,28 | 85,28 | 0,52 | 162,48 | 90,13 | 59,10 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 113,13 | 1,89 | 85,28 | 85,28 | 0,53 | 160,33 | 88,76 | 56,00 |
| JOI/131/001 | 331,13 | 5,52 | 85,28 | 85,28 | 0,63 | 134,80 | 89,98 | 58,76 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 17,03 | 0,28 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 175,20 | 89,05 | 56,66 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 16,86 | 0,28 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 175,23 | 89,97 | 58,73 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 23,02 | 0,38 | 85,28 | 85,28 | 0,49 | 174,19 | 92,99 | 65,95 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 48,19 | 0,80 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 170,07 | 89,81 | 58,36 |
| JOI/133/001 | 46,76 | 0,78 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 170,29 | 90,12 | 59,08 |
| JOI/134/001 | 36,45 | 0,61 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 171,96 | 91,19 | 61,58 |
| JOI/135/001 | 54,54 | 0,91 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 169,06 | 91,73 | 62,87 |
| JOI/136/001 1ª ANÁLISE | 218,97 | 3,65 | 85,28 | 85,28 | 0,58 | 146,76 | 90,12 | 59,08 |
| JOI/137/001 2ª ANÁLISE | 41,55 | 0,69 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 171,13 | 91,34 | 61,93 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 55,42 | 0,92 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 168,92 | 88,92 | 56,36 |
| JOI/139/001 | 43,85 | 0,73 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 170,76 | 87,86 | 54,04 |
| JOI/140/001 | 41,58 | 0,69 | 85,28 | 85,28 | 0,50 | 171,13 | 76,39 | 32,69 |
| JOI/150/002 | 8,53 | 0,14 | 85,28 | 85,28 | 0,48 | 176,66 | 86,38 | 50,89 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Tabela 4.2.9-2 – Precipitação excedente (TR 5 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/85/INU/R1/V1 | 80,51 | 1,34 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 194,84 | 82,96 | 58,68 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 191,85 | 93,89 | 84,94 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 44,46 | 0,74 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 201,45 | 88,51 | 71,27 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 145,46 | 2,42 | 102,41 | 102,41 | 0,56 | 184,03 | 80,49 | 53,52 |

Tabela 4.2.9-2 – Precipitação excedente (TR 5 anos)

| Áreas | Dura- ção de chuva (min) | Dura- ção de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climá- tico (Y) | Fator climá- tico (corre- ção) | N | Precipita- ção excede- nte (he) |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------------|--|-------|---------------------------------------|
| JOI/89/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 191,85 | 84,94 | 63,02 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 7,82 | 0,13 | 102,41 | 102,41 | 0,49 | 208,67 | 90,25 | 75,53 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 9,92 | 0,17 | 102,41 | 102,41 | 0,49 | 208,24 | 83,02 | 58,81 |
| JOI/91/001/INU | 25,41 | 0,42 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 205,14 | 87,24 | 68,27 |
| JOI/91/002 e 003 | 28,16 | 0,47 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 204,60 | 87,24 | 68,27 |
| JOI/91/005 | 69,17 | 1,15 | 102,41 | 102,41 | 0,52 | 196,87 | 85,41 | 64,07 |
| JOI/91/006 | 211,91 | 3,53 | 102,41 | 102,41 | 0,59 | 174,21 | 80,01 | 52,54 |
| JOI/95/001/INU | 26,25 | 0,44 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 204,97 | 87,59 | 69,09 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 38,87 | 0,65 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 202,52 | 78,21 | 48,97 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 27,64 | 0,46 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 204,70 | 84,16 | 61,29 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 9,92 | 0,17 | 102,41 | 102,41 | 0,49 | 208,24 | 84,47 | 61,96 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 21,61 | 0,36 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 205,89 | 85,61 | 64,53 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 37,70 | 0,63 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 202,74 | 81,33 | 55,24 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 102,41 | 102,41 | 0,57 | 179,85 | 84,81 | 62,73 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 102,41 | 102,41 | 0,57 | 179,85 | 84,66 | 62,39 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 97,36 | 1,62 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 191,91 | 83,98 | 60,89 |
| JOI/100/001/INU | 136,37 | 2,27 | 102,41 | 102,41 | 0,55 | 185,47 | 83,30 | 59,42 |
| JOI/101/001/INU | 109,15 | 1,82 | 102,41 | 102,41 | 0,54 | 189,92 | 90,40 | 75,90 |
| JOI/102/001/INU | 170,61 | 2,84 | 102,41 | 102,41 | 0,57 | 180,18 | 68,84 | 32,44 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 331,11 | 5,52 | 102,41 | 102,41 | 0,64 | 159,12 | 87,18 | 68,13 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 17,51 | 0,29 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 206,71 | 87,05 | 67,82 |
| JOI/104/001/INU | 22,13 | 0,37 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 205,79 | 88,96 | 72,37 |
| JOI/104/002/INU | 45,26 | 0,75 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 201,30 | 90,97 | 77,32 |
| JOI/105/001/INU | 49,27 | 0,82 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 200,54 | 85,48 | 64,22 |
| JOI/106/001/INU | 51,54 | 0,86 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 200,12 | 92,69 | 81,76 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 51,54 | 0,86 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 200,12 | 90,13 | 75,23 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 92,14 | 1,54 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 192,81 | 90,13 | 75,23 |
| JOI/108/001/INU | 106,50 | 1,78 | 102,41 | 102,41 | 0,54 | 190,36 | 90,38 | 75,84 |
| JOI/109/001/INU | 125,24 | 2,09 | 102,41 | 102,41 | 0,55 | 187,26 | 90,50 | 76,17 |
| JOI/110/001/INU | 160,00 | 2,67 | 102,41 | 102,41 | 0,56 | 181,79 | 91,01 | 77,44 |
| JOI/111/001/INU | 37,86 | 0,63 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 202,71 | 90,06 | 75,05 |
| JOI/112 | 142,53 | 2,38 | 102,41 | 102,41 | 0,56 | 184,49 | 90,54 | 76,25 |
| JOI/113 | 205,17 | 3,42 | 102,41 | 102,41 | 0,58 | 175,16 | 90,61 | 76,44 |
| JOI/114 e JOI/115 | 56,83 | 0,95 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 199,13 | 88,94 | 72,32 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 49,60 | 0,83 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 200,48 | 91,37 | 78,35 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 50,01 | 0,83 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 200,40 | 87,20 | 68,18 |
| JOI/117/001/INU | 92,88 | 1,55 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 192,68 | 90,18 | 75,36 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 92,88 | 1,55 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 192,68 | 90,23 | 75,49 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 42,92 | 0,72 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 201,74 | 91,14 | 77,76 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 203,72 | 3,40 | 102,41 | 102,41 | 0,58 | 175,36 | 90,51 | 76,17 |
| JOI/119/001 | 29,00 | 0,48 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 204,43 | 91,72 | 79,26 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 29,00 | 0,48 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 204,43 | 91,72 | 79,24 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 61,82 | 1,03 | 102,41 | 102,41 | 0,52 | 198,21 | 88,96 | 72,37 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 14,58 | 0,24 | 102,41 | 102,41 | 0,49 | 207,30 | 91,89 | 79,69 |
| JOI/121/001 | 113,84 | 1,90 | 102,41 | 102,41 | 0,54 | 189,13 | 90,76 | 76,81 |
| JOI/122/001 | 113,84 | 1,90 | 102,41 | 102,41 | 0,54 | 189,13 | 90,97 | 77,33 |
| JOI/123/001 | 59,55 | 0,99 | 102,41 | 102,41 | 0,52 | 198,63 | 93,61 | 84,19 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 331,13 | 5,52 | 102,41 | 102,41 | 0,64 | 159,11 | 90,33 | 75,72 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 137,94 | 2,30 | 102,41 | 102,41 | 0,55 | 185,22 | 91,38 | 78,37 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 64,49 | 1,07 | 102,41 | 102,41 | 0,52 | 197,72 | 90,02 | 74,95 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 90,78 | 1,51 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 193,05 | 85,75 | 64,85 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 34,56 | 0,58 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 203,35 | 90,63 | 76,47 |
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 26,51 | 0,44 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 204,92 | 85,79 | 64,93 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 193,05 | 87,23 | 68,26 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 51,60 | 0,86 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 200,10 | 90,09 | 75,15 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 193,05 | 88,26 | 70,69 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 14,90 | 0,25 | 102,41 | 102,41 | 0,49 | 207,23 | 88,26 | 70,69 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 193,05 | 88,80 | 71,98 |

Tabela 4.2.9-2 – Precipitação excedente (TR 5 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|------------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 72,43 | 1,21 | 102,41 | 102,41 | 0,52 | 196,29 | 88,69 | 71,70 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 98,07 | 1,63 | 102,41 | 102,41 | 0,53 | 191,79 | 90,13 | 75,23 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 113,13 | 1,89 | 102,41 | 102,41 | 0,54 | 189,25 | 88,76 | 71,88 |
| JOI/131/001 | 331,13 | 5,52 | 102,41 | 102,41 | 0,64 | 159,11 | 89,98 | 74,87 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 17,03 | 0,28 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 206,80 | 89,05 | 72,59 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 16,86 | 0,28 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 206,84 | 89,97 | 74,84 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 23,02 | 0,38 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 205,61 | 92,99 | 82,55 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 48,19 | 0,80 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 200,74 | 89,81 | 74,44 |
| JOI/133/001 | 46,76 | 0,78 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 201,01 | 90,12 | 75,21 |
| JOI/134/001 | 36,45 | 0,61 | 102,41 | 102,41 | 0,50 | 202,98 | 91,19 | 77,90 |
| JOI/135/001 | 54,54 | 0,91 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 199,56 | 91,73 | 79,28 |
| JOI/136/001 1ª ANÁLISE | 218,97 | 3,65 | 102,41 | 102,41 | 0,59 | 173,23 | 90,12 | 75,21 |
| JOI/137/001 2ª ANÁLISE | 41,55 | 0,69 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 202,00 | 91,34 | 78,27 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 55,42 | 0,92 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 199,39 | 88,92 | 72,27 |
| JOI/139/001 | 43,85 | 0,73 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 201,57 | 87,86 | 69,74 |
| JOI/140/001 | 41,58 | 0,69 | 102,41 | 102,41 | 0,51 | 202,00 | 76,39 | 45,50 |
| JOI/150/002 | 8,53 | 0,14 | 102,41 | 102,41 | 0,49 | 208,53 | 86,38 | 66,28 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Tabela 4.2.9-3 – Precipitação excedente (TR 10 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|--------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/85/INU/R1/V1 | 80,51 | 1,34 | 117,61 | 117,61 | 0,53 | 220,89 | 82,96 | 72,08 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 217,50 | 93,89 | 99,87 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 44,46 | 0,74 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 228,38 | 88,51 | 85,58 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 145,46 | 2,42 | 117,61 | 117,61 | 0,56 | 208,63 | 80,49 | 66,45 |
| JOI/89/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 217,50 | 84,94 | 76,77 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 7,82 | 0,13 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 236,56 | 90,25 | 90,07 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 9,92 | 0,17 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 236,08 | 83,02 | 72,22 |
| JOI/91/001/INU | 25,41 | 0,42 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 232,56 | 87,24 | 82,39 |
| JOI/91/002 e 003 | 28,16 | 0,47 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 231,94 | 87,24 | 82,39 |
| JOI/91/005 | 69,17 | 1,15 | 117,61 | 117,61 | 0,53 | 223,19 | 85,41 | 77,90 |
| JOI/91/006 | 211,91 | 3,53 | 117,61 | 117,61 | 0,60 | 197,50 | 80,01 | 65,37 |
| JOI/95/001/INU | 26,25 | 0,44 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 232,37 | 87,59 | 83,27 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 38,87 | 0,65 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 229,59 | 78,21 | 61,43 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 27,64 | 0,46 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 232,06 | 84,16 | 74,90 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 9,92 | 0,17 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 236,08 | 84,47 | 75,64 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 21,61 | 0,36 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 233,41 | 85,61 | 78,40 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 37,70 | 0,63 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 229,84 | 81,33 | 68,33 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 117,61 | 117,61 | 0,58 | 203,89 | 84,81 | 76,46 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 117,61 | 117,61 | 0,58 | 203,89 | 84,66 | 76,10 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 97,36 | 1,62 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 217,57 | 83,98 | 74,47 |
| JOI/100/001/INU | 136,37 | 2,27 | 117,61 | 117,61 | 0,56 | 210,26 | 83,30 | 72,88 |
| JOI/101/001/INU | 109,15 | 1,82 | 117,61 | 117,61 | 0,55 | 215,30 | 90,40 | 90,46 |
| JOI/102/001/INU | 170,61 | 2,84 | 117,61 | 117,61 | 0,58 | 204,27 | 68,84 | 42,71 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 331,11 | 5,52 | 117,61 | 117,61 | 0,65 | 180,39 | 87,18 | 82,25 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 17,51 | 0,29 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 234,34 | 87,05 | 81,91 |
| JOI/104/001/INU | 22,13 | 0,37 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 233,29 | 88,96 | 86,75 |
| JOI/104/002/INU | 45,26 | 0,75 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 228,21 | 90,97 | 91,96 |
| JOI/105/001/INU | 49,27 | 0,82 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 227,35 | 85,48 | 78,06 |

Tabela 4.2.9-3 – Precipitação excedente (TR 10 anos)

| Áreas | Dura- ção de chuva (min) | Dura- ção de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climá- tico (Y) | Fator climá- tico (corre- ção) | N | Precipi- tação ex- cedente (he) |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------|--|-------|--|
| JOI/106/001/INU | 51,54 | 0,86 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 226,87 | 92,69 | 96,58 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 51,54 | 0,86 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 226,87 | 90,13 | 89,76 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 92,14 | 1,54 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 218,58 | 90,13 | 89,76 |
| JOI/108/001/INU | 106,50 | 1,78 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 215,81 | 90,38 | 90,40 |
| JOI/109/001/INU | 125,24 | 2,09 | 117,61 | 117,61 | 0,55 | 212,29 | 90,50 | 90,74 |
| JOI/110/001/INU | 160,00 | 2,67 | 117,61 | 117,61 | 0,57 | 206,08 | 91,01 | 92,07 |
| JOI/111/001/INU | 37,86 | 0,63 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 229,81 | 90,06 | 89,57 |
| JOI/112 | 142,53 | 2,38 | 117,61 | 117,61 | 0,56 | 209,16 | 90,54 | 90,83 |
| JOI/113 | 205,17 | 3,42 | 117,61 | 117,61 | 0,59 | 198,57 | 90,61 | 91,03 |
| JOI/114 e JOI/115 | 56,83 | 0,95 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 225,75 | 88,94 | 86,69 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 49,60 | 0,83 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 227,28 | 91,37 | 93,03 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 50,01 | 0,83 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 227,19 | 87,20 | 82,29 |
| JOI/117/001/INU | 92,88 | 1,55 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 218,44 | 90,18 | 89,89 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 92,88 | 1,55 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 218,44 | 90,23 | 90,03 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 42,92 | 0,72 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 228,71 | 91,14 | 92,41 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 203,72 | 3,40 | 117,61 | 117,61 | 0,59 | 198,80 | 90,51 | 90,75 |
| JOI/119/001 | 29,00 | 0,48 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 231,76 | 91,72 | 93,97 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 29,00 | 0,48 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 231,76 | 91,72 | 93,96 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 61,82 | 1,03 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 224,71 | 88,96 | 86,75 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 14,58 | 0,24 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 235,01 | 91,89 | 94,42 |
| JOI/121/001 | 113,84 | 1,90 | 117,61 | 117,61 | 0,55 | 214,41 | 90,76 | 91,41 |
| JOI/122/001 | 113,84 | 1,90 | 117,61 | 117,61 | 0,55 | 214,41 | 90,97 | 91,96 |
| JOI/123/001 | 59,55 | 0,99 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 225,18 | 93,61 | 99,09 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 331,13 | 5,52 | 117,61 | 117,61 | 0,65 | 180,38 | 90,33 | 90,27 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 137,94 | 2,30 | 117,61 | 117,61 | 0,56 | 209,98 | 91,38 | 93,05 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 64,49 | 1,07 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 224,15 | 90,02 | 89,47 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 90,78 | 1,51 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 218,85 | 85,75 | 78,73 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 34,56 | 0,58 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 230,53 | 90,63 | 91,06 |
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 26,51 | 0,44 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 232,31 | 85,79 | 78,83 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 218,85 | 87,23 | 82,38 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 51,60 | 0,86 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 226,85 | 90,09 | 89,67 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 218,85 | 88,26 | 84,97 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 14,90 | 0,25 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 234,93 | 88,26 | 84,97 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 218,85 | 88,80 | 86,33 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 72,43 | 1,21 | 117,61 | 117,61 | 0,53 | 222,52 | 88,69 | 86,04 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 98,07 | 1,63 | 117,61 | 117,61 | 0,54 | 217,43 | 90,13 | 89,76 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 113,13 | 1,89 | 117,61 | 117,61 | 0,55 | 214,55 | 88,76 | 86,22 |
| JOI/131/001 | 331,13 | 5,52 | 117,61 | 117,61 | 0,65 | 180,38 | 89,98 | 89,38 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 17,03 | 0,28 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 234,45 | 89,05 | 86,98 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 16,86 | 0,28 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 234,49 | 89,97 | 89,35 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 23,02 | 0,38 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 233,09 | 92,99 | 97,39 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 48,19 | 0,80 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 227,58 | 89,81 | 88,92 |
| JOI/133/001 | 46,76 | 0,78 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 227,88 | 90,12 | 89,74 |
| JOI/134/001 | 36,45 | 0,61 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 230,12 | 91,19 | 92,55 |
| JOI/135/001 | 54,54 | 0,91 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 226,23 | 91,73 | 94,00 |
| JOI/136/001 1ª ANÁLISE | 218,97 | 3,65 | 117,61 | 117,61 | 0,60 | 196,39 | 90,12 | 89,74 |
| JOI/137/001 2ª ANÁLISE | 41,55 | 0,69 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 229,01 | 91,34 | 92,94 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 55,42 | 0,92 | 117,61 | 117,61 | 0,52 | 226,04 | 88,92 | 86,63 |
| JOI/139/001 | 43,85 | 0,73 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 228,51 | 87,86 | 83,95 |
| JOI/140/001 | 41,58 | 0,69 | 117,61 | 117,61 | 0,51 | 229,00 | 76,39 | 57,56 |
| JOI/150/002 | 8,53 | 0,14 | 117,61 | 117,61 | 0,50 | 236,40 | 86,38 | 80,27 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Tabela 4.2.9-4 – Precipitação excedente (TR 25 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|------------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/85/INU/R1/V1 | 80,51 | 1,34 | 141,22 | 141,22 | 0,54 | 260,74 | 82,96 | 93,49 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 256,73 | 93,89 | 123,17 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 44,46 | 0,74 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 269,58 | 88,51 | 108,13 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 145,46 | 2,42 | 141,22 | 141,22 | 0,57 | 246,27 | 80,49 | 87,25 |
| JOI/89/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 256,73 | 84,94 | 98,63 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 7,82 | 0,13 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 279,24 | 90,25 | 112,91 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 9,92 | 0,17 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 278,66 | 83,02 | 93,64 |
| JOI/91/001/INU | 25,41 | 0,42 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 274,51 | 87,24 | 104,72 |
| JOI/91/002 e 003 | 28,16 | 0,47 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 273,79 | 87,24 | 104,72 |
| JOI/91/005 | 69,17 | 1,15 | 141,22 | 141,22 | 0,54 | 263,45 | 85,41 | 99,86 |
| JOI/91/006 | 211,91 | 3,53 | 141,22 | 141,22 | 0,61 | 233,13 | 80,01 | 86,04 |
| JOI/95/001/INU | 26,25 | 0,44 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 274,29 | 87,59 | 105,66 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 38,87 | 0,65 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 271,00 | 78,21 | 81,61 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 27,64 | 0,46 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 273,92 | 84,16 | 96,59 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 9,92 | 0,17 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 278,66 | 84,47 | 97,39 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 21,61 | 0,36 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 275,52 | 85,61 | 100,39 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 37,70 | 0,63 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 271,31 | 81,33 | 89,34 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 141,22 | 141,22 | 0,59 | 240,68 | 84,81 | 98,29 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 141,22 | 141,22 | 0,59 | 240,68 | 84,66 | 97,89 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 97,36 | 1,62 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 256,81 | 83,98 | 96,12 |
| JOI/100/001/INU | 136,37 | 2,27 | 141,22 | 141,22 | 0,57 | 248,19 | 83,30 | 94,37 |
| JOI/101/001/INU | 109,15 | 1,82 | 141,22 | 141,22 | 0,56 | 254,14 | 90,40 | 113,31 |
| JOI/102/001/INU | 170,61 | 2,84 | 141,22 | 141,22 | 0,59 | 241,11 | 68,84 | 59,94 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 331,11 | 5,52 | 141,22 | 141,22 | 0,66 | 212,93 | 87,18 | 104,56 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 17,51 | 0,29 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 276,61 | 87,05 | 104,20 |
| JOI/104/001/INU | 22,13 | 0,37 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 275,38 | 88,96 | 109,38 |
| JOI/104/002/INU | 45,26 | 0,75 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 269,37 | 90,97 | 114,89 |
| JOI/105/001/INU | 49,27 | 0,82 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 268,36 | 85,48 | 100,03 |
| JOI/106/001/INU | 51,54 | 0,86 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 267,79 | 92,69 | 119,74 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 51,54 | 0,86 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 267,79 | 90,13 | 112,57 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 92,14 | 1,54 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 258,02 | 90,13 | 112,57 |
| JOI/108/001/INU | 106,50 | 1,78 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 254,74 | 90,38 | 113,26 |
| JOI/109/001/INU | 125,24 | 2,09 | 141,22 | 141,22 | 0,56 | 250,59 | 90,50 | 113,61 |
| JOI/110/001/INU | 160,00 | 2,67 | 141,22 | 141,22 | 0,58 | 243,26 | 91,01 | 115,02 |
| JOI/111/001/INU | 37,86 | 0,63 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 271,26 | 90,06 | 112,37 |
| JOI/112 | 142,53 | 2,38 | 141,22 | 141,22 | 0,57 | 246,89 | 90,54 | 113,71 |
| JOI/113 | 205,17 | 3,42 | 141,22 | 141,22 | 0,60 | 234,39 | 90,61 | 113,92 |
| JOI/114 e JOI/115 | 56,83 | 0,95 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 266,47 | 88,94 | 109,31 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 49,60 | 0,83 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 268,28 | 91,37 | 116,03 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 50,01 | 0,83 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 268,17 | 87,20 | 104,61 |
| JOI/117/001/INU | 92,88 | 1,55 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 257,84 | 90,18 | 112,72 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 92,88 | 1,55 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 257,84 | 90,23 | 112,86 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 42,92 | 0,72 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 269,97 | 91,14 | 115,37 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 203,72 | 3,40 | 141,22 | 141,22 | 0,60 | 234,67 | 90,51 | 113,62 |
| JOI/119/001 | 29,00 | 0,48 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 273,57 | 91,72 | 117,02 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 29,00 | 0,48 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 273,57 | 91,72 | 117,00 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 61,82 | 1,03 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 265,24 | 88,96 | 109,38 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 14,58 | 0,24 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 277,40 | 91,89 | 117,49 |
| JOI/121/001 | 113,84 | 1,90 | 141,22 | 141,22 | 0,56 | 253,09 | 90,76 | 114,32 |
| JOI/122/001 | 113,84 | 1,90 | 141,22 | 141,22 | 0,56 | 253,09 | 90,97 | 114,90 |
| JOI/123/001 | 59,55 | 0,99 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 265,80 | 93,61 | 122,36 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 331,13 | 5,52 | 141,22 | 141,22 | 0,66 | 212,92 | 90,33 | 113,12 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 137,94 | 2,30 | 141,22 | 141,22 | 0,57 | 247,86 | 91,38 | 116,05 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 64,49 | 1,07 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 264,59 | 90,02 | 112,27 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 90,78 | 1,51 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 258,33 | 85,75 | 100,76 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 34,56 | 0,58 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 272,12 | 90,63 | 113,95 |

Tabela 4.2.9-4 – Precipitação excedente (TR 25 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|------------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 26,51 | 0,44 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 274,22 | 85,79 | 100,86 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 258,33 | 87,23 | 104,70 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 51,60 | 0,86 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 267,78 | 90,09 | 112,48 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 258,33 | 88,26 | 107,48 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 14,90 | 0,25 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 277,31 | 88,26 | 107,48 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 258,33 | 88,80 | 108,93 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 72,43 | 1,21 | 141,22 | 141,22 | 0,54 | 262,66 | 88,69 | 108,62 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 98,07 | 1,63 | 141,22 | 141,22 | 0,55 | 256,65 | 90,13 | 112,57 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 113,13 | 1,89 | 141,22 | 141,22 | 0,56 | 253,25 | 88,76 | 108,82 |
| JOI/131/001 | 331,13 | 5,52 | 141,22 | 141,22 | 0,66 | 212,92 | 89,98 | 112,17 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 17,03 | 0,28 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 276,74 | 89,05 | 109,62 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 16,86 | 0,28 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 276,79 | 89,97 | 112,14 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 23,02 | 0,38 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 275,14 | 92,99 | 120,59 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 48,19 | 0,80 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 268,63 | 89,81 | 111,69 |
| JOI/133/001 | 46,76 | 0,78 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 268,99 | 90,12 | 112,55 |
| JOI/134/001 | 36,45 | 0,61 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 271,63 | 91,19 | 115,53 |
| JOI/135/001 | 54,54 | 0,91 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 267,04 | 91,73 | 117,04 |
| JOI/136/001 1º ANÁLISE | 218,97 | 3,65 | 141,22 | 141,22 | 0,61 | 231,82 | 90,12 | 112,55 |
| JOI/137/001 2º ANÁLISE | 41,55 | 0,69 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 270,32 | 91,34 | 115,94 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 55,42 | 0,92 | 141,22 | 141,22 | 0,53 | 266,82 | 88,92 | 109,26 |
| JOI/139/001 | 43,85 | 0,73 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 269,73 | 87,86 | 106,39 |
| JOI/140/001 | 41,58 | 0,69 | 141,22 | 141,22 | 0,52 | 270,31 | 76,39 | 77,22 |
| JOI/150/002 | 8,53 | 0,14 | 141,22 | 141,22 | 0,51 | 279,04 | 86,38 | 102,42 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Tabela 4.2.9-5 – Precipitação excedente (TR 50 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|--------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/85/INU/R1/V1 | 80,51 | 1,34 | 162,19 | 162,19 | 0,62 | 260,74 | 82,96 | 112,93 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 256,73 | 93,89 | 143,92 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 44,46 | 0,74 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 269,58 | 88,51 | 128,38 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 145,46 | 2,42 | 162,19 | 162,19 | 0,66 | 246,27 | 80,49 | 106,24 |
| JOI/89/INU/R1/V1 | 97,70 | 1,63 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 256,73 | 84,94 | 118,38 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 7,82 | 0,13 | 162,19 | 162,19 | 0,58 | 279,24 | 90,25 | 133,35 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 9,92 | 0,17 | 162,19 | 162,19 | 0,58 | 278,66 | 83,02 | 113,09 |
| JOI/91/001/INU | 25,41 | 0,42 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 274,51 | 87,24 | 124,80 |
| JOI/91/002 e 003 | 28,16 | 0,47 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 273,79 | 87,24 | 124,80 |
| JOI/91/005 | 69,17 | 1,15 | 162,19 | 162,19 | 0,62 | 263,45 | 85,41 | 119,68 |
| JOI/91/006 | 211,91 | 3,53 | 162,19 | 162,19 | 0,70 | 233,13 | 80,01 | 104,94 |
| JOI/95/001/INU | 26,25 | 0,44 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 274,29 | 87,59 | 125,79 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 38,87 | 0,65 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 271,00 | 78,21 | 100,15 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 27,64 | 0,46 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 273,92 | 84,16 | 116,22 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 9,92 | 0,17 | 162,19 | 162,19 | 0,58 | 278,66 | 84,47 | 117,07 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 21,61 | 0,36 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 275,52 | 85,61 | 120,25 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 37,70 | 0,63 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 271,31 | 81,33 | 108,49 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 162,19 | 162,19 | 0,67 | 240,68 | 84,81 | 118,02 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 172,80 | 2,88 | 162,19 | 162,19 | 0,67 | 240,68 | 84,66 | 117,61 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 97,36 | 1,62 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 256,81 | 83,98 | 115,72 |
| JOI/100/001/INU | 136,37 | 2,27 | 162,19 | 162,19 | 0,65 | 248,19 | 83,30 | 113,87 |
| JOI/101/001/INU | 109,15 | 1,82 | 162,19 | 162,19 | 0,64 | 254,14 | 90,40 | 133,77 |
| JOI/102/001/INU | 170,61 | 2,84 | 162,19 | 162,19 | 0,67 | 241,11 | 68,84 | 76,23 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 331,11 | 5,52 | 162,19 | 162,19 | 0,76 | 212,93 | 87,18 | 124,63 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 17,51 | 0,29 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 276,61 | 87,05 | 124,26 |
| JOI/104/001/INU | 22,13 | 0,37 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 275,38 | 88,96 | 129,68 |

Tabela 4.2.9-5 – Precipitação excedente (TR 50 anos)

| Áreas | Duração de chuva (min) | Duração de chuva (h) | i (mm/h) | Altura de chuva h (mm) | Fator climático (Y) | Fator climático (correção) | N | Precipitação excedente (he) |
|------------------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| JOI/104/002/INU | 45,26 | 0,75 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 269,37 | 90,97 | 135,41 |
| JOI/105/001/INU | 49,27 | 0,82 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 268,36 | 85,48 | 119,87 |
| JOI/106/001/INU | 51,54 | 0,86 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 267,79 | 92,69 | 140,41 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 51,54 | 0,86 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 267,79 | 90,13 | 133,00 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 92,14 | 1,54 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 258,02 | 90,13 | 133,00 |
| JOI/108/001/INU | 106,50 | 1,78 | 162,19 | 162,19 | 0,64 | 254,74 | 90,38 | 133,71 |
| JOI/109/001/INU | 125,24 | 2,09 | 162,19 | 162,19 | 0,65 | 250,59 | 90,50 | 134,08 |
| JOI/110/001/INU | 160,00 | 2,67 | 162,19 | 162,19 | 0,67 | 243,26 | 91,01 | 135,53 |
| JOI/111/001/INU | 37,86 | 0,63 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 271,26 | 90,06 | 132,79 |
| JOI/112 | 142,53 | 2,38 | 162,19 | 162,19 | 0,66 | 246,89 | 90,54 | 134,18 |
| JOI/113 | 205,17 | 3,42 | 162,19 | 162,19 | 0,69 | 234,39 | 90,61 | 134,40 |
| JOI/114 e JOI/115 | 56,83 | 0,95 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 266,47 | 88,94 | 129,61 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 49,60 | 0,83 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 268,28 | 91,37 | 136,58 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 50,01 | 0,83 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 268,17 | 87,20 | 124,69 |
| JOI/117/001/INU | 92,88 | 1,55 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 257,84 | 90,18 | 133,15 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 92,88 | 1,55 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 257,84 | 90,23 | 133,30 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 42,92 | 0,72 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 269,97 | 91,14 | 135,90 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 203,72 | 3,40 | 162,19 | 162,19 | 0,69 | 234,67 | 90,51 | 134,09 |
| JOI/119/001 | 29,00 | 0,48 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 273,57 | 91,72 | 137,60 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 29,00 | 0,48 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 273,57 | 91,72 | 137,58 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 61,82 | 1,03 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 265,24 | 88,96 | 129,68 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 14,58 | 0,24 | 162,19 | 162,19 | 0,58 | 277,40 | 91,89 | 138,09 |
| JOI/121/001 | 113,84 | 1,90 | 162,19 | 162,19 | 0,64 | 253,09 | 90,76 | 134,81 |
| JOI/122/001 | 113,84 | 1,90 | 162,19 | 162,19 | 0,64 | 253,09 | 90,97 | 135,41 |
| JOI/123/001 | 59,55 | 0,99 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 265,80 | 93,61 | 143,10 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 331,13 | 5,52 | 162,19 | 162,19 | 0,76 | 212,92 | 90,33 | 133,57 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 137,94 | 2,30 | 162,19 | 162,19 | 0,65 | 247,86 | 91,38 | 136,60 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 64,49 | 1,07 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 264,59 | 90,02 | 132,68 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 90,78 | 1,51 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 258,33 | 85,75 | 120,64 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 34,56 | 0,58 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 272,12 | 90,63 | 134,43 |
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 26,51 | 0,44 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 274,22 | 85,79 | 120,75 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 258,33 | 87,23 | 124,78 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 51,60 | 0,86 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 267,78 | 90,09 | 132,90 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 258,33 | 88,26 | 127,69 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 14,90 | 0,25 | 162,19 | 162,19 | 0,58 | 277,31 | 88,26 | 127,69 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 90,78 | 1,51 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 258,33 | 88,80 | 129,21 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 72,43 | 1,21 | 162,19 | 162,19 | 0,62 | 262,66 | 88,69 | 128,89 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 98,07 | 1,63 | 162,19 | 162,19 | 0,63 | 256,65 | 90,13 | 133,00 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 113,13 | 1,89 | 162,19 | 162,19 | 0,64 | 253,25 | 88,76 | 129,09 |
| JOI/131/001 | 331,13 | 5,52 | 162,19 | 162,19 | 0,76 | 212,92 | 89,98 | 132,59 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 17,03 | 0,28 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 276,74 | 89,05 | 129,93 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 16,86 | 0,28 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 276,79 | 89,97 | 132,55 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 23,02 | 0,38 | 162,19 | 162,19 | 0,59 | 275,14 | 92,99 | 141,28 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 48,19 | 0,80 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 268,63 | 89,81 | 132,08 |
| JOI/133/001 | 46,76 | 0,78 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 268,99 | 90,12 | 132,98 |
| JOI/134/001 | 36,45 | 0,61 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 271,63 | 91,19 | 136,06 |
| JOI/135/001 | 54,54 | 0,91 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 267,04 | 91,73 | 137,63 |
| JOI/136/001 1º ANÁLISE | 218,97 | 3,65 | 162,19 | 162,19 | 0,70 | 231,82 | 90,12 | 132,98 |
| JOI/137/001 2º ANÁLISE | 41,55 | 0,69 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 270,32 | 91,34 | 136,48 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 55,42 | 0,92 | 162,19 | 162,19 | 0,61 | 266,82 | 88,92 | 129,55 |
| JOI/139/001 | 43,85 | 0,73 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 269,73 | 87,86 | 126,56 |
| JOI/140/001 | 41,58 | 0,69 | 162,19 | 162,19 | 0,60 | 270,31 | 76,39 | 95,37 |
| JOI/150/002 | 8,53 | 0,14 | 162,19 | 162,19 | 0,58 | 279,04 | 86,38 | 122,39 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Tabela 4.2.9-6 – Vazões de pico das áreas de inundação

| Setores | Vazão de pico Qp (m³/s) | | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| | TR 2 ANOS | TR 5 ANOS | TR 10 ANOS | TR 25 ANOS | TR 50 ANOS |
| JOI/85/INU/R1/V1 | 30,67 | 41,51 | 51,65 | 68,15 | 94,54 |
| JOI/86/INU/R1/V1 | 48,18 | 61,02 | 72,68 | 91,19 | 122,37 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 2,29 | 3,00 | 3,65 | 4,69 | 6,40 |
| JOI/88/INU/R1/V1 | 61,06 | 84,00 | 105,65 | 141,11 | 197,34 |
| JOI/89/INU/R1/V1 | 46,41 | 62,03 | 76,56 | 100,06 | 137,93 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 5,73 | 7,42 | 8,96 | 11,43 | 15,50 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 1,68 | 2,00 | 2,49 | 3,28 | 4,55 |
| JOI/91/001/INU | 1,30 | 1,71 | 2,10 | 2,71 | 3,71 |
| JOI/91/002 e 003 | 1,19 | 1,57 | 1,91 | 2,47 | 3,47 |
| JOI/91/005 | 2,30 | 3,07 | 3,78 | 4,93 | 6,79 |
| JOI/91/006 | 25,21 | 34,80 | 43,86 | 58,72 | 82,26 |
| JOI/95/001/INU | 1,26 | 1,66 | 2,03 | 2,62 | 3,58 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 2,12 | 2,96 | 3,77 | 5,09 | 7,18 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 2,47 | 3,32 | 4,11 | 5,39 | 7,45 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 0,86 | 1,15 | 1,42 | 1,86 | 2,57 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 0,90 | 1,19 | 1,47 | 1,91 | 2,63 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 5,40 | 7,39 | 9,26 | 12,31 | 17,17 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 6,82 | 9,13 | 11,27 | 14,74 | 20,33 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 8,12 | 10,87 | 13,43 | 17,58 | 24,25 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 107,98 | 145,21 | 179,93 | 236,23 | 326,64 |
| JOI/100/001/INU | 7,62 | 10,29 | 12,79 | 16,85 | 23,34 |
| JOI/101/001/INU | 8,62 | 11,15 | 13,46 | 17,15 | 23,25 |
| JOI/102/001/INU | 81,66 | 123,13 | 164,23 | 234,46 | 342,45 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 10,55 | 13,91 | 17,02 | 22,01 | 30,12 |
| JOI/103/001/ÁREA 2 | 0,89 | 1,17 | 1,43 | 1,85 | 2,54 |
| JOI/104/001/INU | 4,05 | 4,97 | 6,04 | 7,75 | 10,55 |
| JOI/104/002/INU | 6,13 | 7,89 | 9,51 | 12,09 | 16,36 |
| JOI/105/001/INU | 13,53 | -18,02 | 22,19 | 28,93 | 39,82 |
| JOI/106/001/INU | 7,32 | 9,34 | 11,17 | 14,09 | 18,98 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 6,63 | 8,59 | 10,38 | 13,25 | 17,98 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 17,72 | 22,95 | 27,74 | 35,39 | 48,02 |
| JOI/108/001/INU | 39,05 | 50,49 | 60,97 | 77,70 | 105,35 |
| JOI/109/001/INU | 42,59 | 55,03 | 66,42 | 84,60 | 114,66 |
| JOI/110/001/INU | 68,75 | 88,56 | 106,68 | 135,56 | 183,46 |
| JOI/111/001/INU | 16,94 | 21,94 | 26,53 | 33,86 | 45,95 |
| JOI/112 | 16,19 | 20,91 | 25,24 | 32,14 | 43,56 |
| JOI/113 | 113,15 | 146,10 | 176,26 | 224,39 | 304,02 |
| JOI/114 e JOI/115 | 15,17 | 19,79 | 24,03 | 30,82 | 41,97 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 6,86 | 8,82 | 10,60 | 13,45 | 18,19 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 8,50 | 11,21 | 13,70 | 17,72 | 24,26 |
| JOI/117/001/INU | 27,32 | 35,38 | 42,75 | 54,53 | 73,98 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 27,71 | 35,87 | 43,33 | 55,26 | 74,96 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 8,43 | 10,85 | 13,06 | 16,59 | 22,45 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 104,08 | 134,49 | 162,31 | 206,73 | 280,19 |
| JOI/119/001 | 5,06 | 6,49 | 7,80 | 9,88 | 13,34 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 5,06 | 6,49 | 7,80 | 9,88 | 13,35 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 9,77 | 12,75 | 15,48 | 19,85 | 27,03 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 1,73 | 2,22 | 2,66 | 3,37 | 4,55 |
| JOI/121/001 | 24,20 | 31,23 | 37,65 | 47,90 | 64,87 |
| JOI/122/001 | 28,03 | 36,12 | 43,51 | 55,31 | 74,86 |
| JOI/123/001 | 6,68 | 8,48 | 10,11 | 12,70 | 17,05 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 126,78 | 164,00 | 198,07 | 252,48 | 342,38 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 37,16 | 47,77 | 57,45 | 72,89 | 98,54 |
| JOI/125/001, 002 e 003 | 7,88 | 10,22 | 12,35 | 15,77 | 21,40 |
| JOI/126/001/ÁREA 4 | 16,35 | 21,74 | 26,74 | 34,82 | 47,87 |
| JOI/126/002/ÁREA 1 | 5,22 | 6,74 | 8,13 | 10,34 | 14,02 |
| JOI/126/003/ÁREA 2 | 3,45 | 4,59 | 5,65 | 7,35 | 10,11 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 27,15 | 35,78 | 43,74 | 56,56 | 77,41 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 8,88 | 11,50 | 13,91 | 17,74 | 24,08 |
| JOI/128/001/ÁREA 1 | 41,19 | 53,94 | 65,68 | 84,52 | 115,32 |
| JOI/128/002/ÁREA 2 | 0,65 | 0,85 | 1,04 | 1,34 | 1,82 |

Tabela 4.2.9-6 – Vazões de pico das áreas de inundação

| Setores | Vazão de pico Qp (m³/s) | | | | |
|--------------------|-------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| | TR 2 ANOS | TR 5 ANOS | TR 10 ANOS | TR 25 ANOS | TR 50 ANOS |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 48,23 | 62,96 | 76,49 | 98,19 | 133,76 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 25,79 | 33,69 | 40,95 | 52,59 | 71,67 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 6,66 | 8,62 | 10,42 | 13,29 | 18,04 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 81,05 | 105,83 | 128,61 | 165,11 | 224,96 |
| JOI/131/001 | 109,88 | 142,43 | 172,25 | 219,91 | 298,51 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 1,94 | 2,53 | 3,07 | 3,94 | 5,36 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 1,17 | 1,52 | 1,84 | 2,35 | 3,19 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 2,13 | 2,71 | 3,24 | 4,08 | 5,49 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 2,82 | 3,65 | 4,42 | 5,65 | 7,67 |
| JOI/133/001 | 14,03 | 18,17 | 21,96 | 28,02 | 38,02 |
| JOI/134/001 | 10,44 | 13,44 | 16,18 | 20,54 | 27,78 |
| JOI/135/001 | 16,42 | 21,06 | 25,30 | 32,05 | 43,28 |
| JOI/136/001 | 22,16 | 28,70 | 34,69 | 44,26 | 60,05 |
| JOI/137/001 | 8,76 | 11,27 | 13,55 | 17,20 | 23,25 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 11,15 | 14,55 | 17,66 | 22,66 | 30,86 |
| JOI/139/001 | 10,61 | 13,93 | 16,98 | 21,89 | 29,91 |
| JOI/140/001 | 5,37 | 7,60 | 9,74 | 13,29 | 18,85 |
| JOI/150/002 | 5,81 | 7,70 | 9,45 | 12,27 | 16,84 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.2.10. RESULTADOS DO MAPEAMENTO E SETORIZAÇÃO DE RISCO

Foram mapeadas 56 áreas no total, totalizando 99 setores de risco, com uma extensão total de 12,25 km². Os resultados da setORIZAÇÃO de risco de processos hidrológicos estão apresentados na **Tabela 4.2.10-1** a seguir.

Tabela 4.2.10-1. Síntese das indicações e resultados do mapeamento de risco aos processos hidrológicos.

| | Item | Quantidade |
|--------------------------|--------------------------------|------------|
| Áreas-alvo | Áreas-alvo | 56 |
| | Abrangência (km ²) | 13,25 |
| Áreas e Setores de Risco | Setores | 99 |
| | Abrangência (km ²) | 12,25 |

Os resultados divididos por tipologia de processo encontram-se sintetizados na **Tabela 4.2.10-2**, e nos **Gráficos 4.2.10-1** e **4.2.10-2**. Os formulários com os resultados obtidos pelo mapeamento e acompanhados dos respectivos mapas com as setORIZAÇÕES de risco estão apresentados no **ANEXO F**. Deve-se observar que algumas áreas apresentam mais de um processo, como por exemplo, as áreas de inundação com processos de enxurrada associados. Nestes casos, as áreas foram contabilizadas para os dois tipos de processos.

Tabela 4.2.10-2. Síntese dos resultados da setORIZAÇÃO de risco aos eventos hidrológicos.

| Processo | Setores de Risco | | |
|-----------------|------------------------|------------|--------------------------------|
| | Classificação de risco | Quantidade | Abrangência (km ²) |
| | | | |
| INU - Inundação | R1 | 83 | 18.490 |
| | R2 | 15 | 324 |
| | R3 | 1 | 2 |
| | R4 | - | - |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Com as vazões de cada setor de inundação definidas, foram avaliadas as seções críticas de cada setor conforme detalhado na metodologia, para isso foram utilizadas avaliações de campo visando identificar as dimensões das seções críticas, condições patológicas e tipo de estrutura (canais, condutos, galerias e entre outros). Destacando que os setores avaliados são provenientes do mapeamento de campo em escala de detalhe, e que a metodologia desse mapeamento classifica eventos ocorridos, de acordo com a velocidade, processo hidrológico e a vulnerabilidade da edificação verificada, de maneira que mesmo os setores em R1 risco baixo, ainda sim, podem ocorrer frequentemente e por isso requer as avaliações de vazão.

Para isso, são apresentados alguns registros fotográficos realizados em campo de cada estrutura visualizada nos setores críticos de inundação, as mesmas estão apresentadas nas **Figura 4.2.10.1.** e **Figura 4.2.10-2.** Na **Tabela 4.2.10-3** é possível visualizar as principais informações das seções críticas.

Figura 4.2.10.1. Canal aberto retangular do setor JOI/114/001/INU/R1/V1 (Coordenadas: 7086726.716N; 713085.046E). À direita em cima, Canal retangular aberto do setor JOI/115/001/INU/R1/V1 (Coordenadas: 7086722.908N; 713746.283E). À esquerda em baixo, Canal natural aberto do setor JOI/125/002/INU/R2/V1 (Coordenadas: 7082567.750N; 715961.594E). À direita em baixo, Galeria de drenagem do setor JOI/125/002/INU/R2/V1 (Coordenadas: 7082338.705N; 715610.556E).



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Figura 4.2.10-2. Rio de seção trapezoidal do setor JOI/128/001/INU/R2/V1 (Coordenadas: 7084169.014N; 76657.211E). À direita, Rio de seção trapezoidal do setor JOI/131/001/INU/R1/V1 (Coordenadas: 7088244.765N; 717277.993E). Abaixo, Canal retangular aberto do setor JOI/136/001/INU/R1/V2 (Coordenadas: 7091702.768N; 719083.949E).



Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Tabela 4.2.10-1 - Setores críticos a ser avaliado, e as capacidades de vazão das seções críticas

| Setor | Seção crítica | Coordenada da seção crítica | | Estrutura atual | Dimensões | | | Inclinação do talude lateral (m) | Coeficiente de manning adotado | Comprimento do talude do canal (m) | Perímetro da seção em análise (m) | Rh (Raio hidráulico) (m) | Declividade média (m/m) | Área molhada (m²) |
|-----------------------|---------------|-----------------------------|------------|-------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| | | X | Y | | Altura (h) | Base maior (B) | Base menor (b) | | | | | | | |
| JOI/085/001/INU/R1/V1 | 085/001 | 709166,96 | 7091635,49 | Canal trapezoidal | 1,50 | 6,00 | 4,00 | 1,33 | 0,035 | 2,50 | 6,67 | 1,13 | 0,0367 | 7,50 |
| JOI/086/004/INU/R1/V1 | 086/004 | 710038,27 | 7090274,45 | Canal trapezoidal | 3,00 | 7,00 | 3,50 | 1,17 | 0,070 | 4,61 | 5,83 | 2,70 | 0,0310 | 15,75 |
| JOI/086/005/INU/R1/V1 | 086/005 | 710065,83 | 7089613,81 | Canal trapezoidal | 2,50 | 6,00 | 3,00 | 1,20 | 0,035 | 3,91 | 5,40 | 2,08 | 0,0310 | 11,25 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 087/001 | 707616,06 | 7090375,72 | Canal trapezoidal | 3,00 | 4,00 | 0,50 | 1,17 | 0,070 | 4,61 | 2,83 | 2,38 | 0,0073 | 6,75 |
| JOI/089/001/INU/R1/V3 | 089/001 | 710079,64 | 7089228,25 | Canal trapezoidal | 2,00 | 7,00 | 3,50 | 1,75 | 0,017 | 4,03 | 7,00 | 1,50 | 0,0310 | 10,50 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 090/001-01 | 710663,97 | 7086397,58 | Canal trapezoidal | 2,50 | 4,50 | 1,50 | 1,20 | 0,070 | 3,91 | 3,90 | 1,92 | 0,0891 | 7,50 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 090/001-02 | 710677,89 | 7086325,46 | Canal trapezoidal | 2,50 | 4,50 | 1,50 | 1,20 | 0,070 | 3,91 | 3,90 | 1,92 | 0,0775 | 7,50 |
| JOI/91/001/INU | 091/001 | 707883,83 | 7086764,27 | Canal trapezoidal | 0,40 | 1,00 | 0,40 | 1,50 | 0,033 | 0,72 | 3,40 | 0,08 | 0,0041 | 0,28 |
| JOI/91/002 e 003 | 091/002 | 707980,38 | 7086640,53 | Canal retangular aberto | 0,60 | 0,50 | - | - | 0,033 | - | 1,70 | 0,18 | 0,0034 | 0,30 |
| JOI/91/005 | 091/005 | 708103,65 | 7085915,48 | Canal trapezoidal | 1,00 | 3,50 | 1,00 | 2,50 | 0,033 | 2,69 | 6,00 | 0,38 | 0,0016 | 2,25 |
| | 091/005-002 | 708166,58 | 7085851,67 | Canal trapezoidal | 1,00 | 6,00 | 4,00 | 2,00 | 0,070 | 2,24 | 8,00 | 0,63 | 0,0016 | 5,00 |
| JOI/91/006 | 091/006 | 708291,49 | 7085670,51 | Canal trapezoidal | 2,00 | 7,00 | 4,50 | 1,25 | 0,035 | 3,20 | 7,00 | 1,64 | 0,0019 | 11,50 |
| JOI/95/001/INU | 095/001 | 710904,13 | 7085091,86 | Canal trapezoidal | 1,00 | 3,00 | 0,20 | 2,80 | 0,033 | 2,97 | 5,80 | 0,28 | 0,0064 | 1,60 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 096/001/003 | 711837,31 | 7084293,44 | Tubo de concreto (1000 mm) | - | - | - | - | 0,015 | - | - | - | 0,0070 | 0,79 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 096/001/002 | 712006,56 | 7084375,20 | Galeria retangular | 1,00 | 3,00 | - | - | 0,017 | - | 5,00 | 0,60 | 0,0233 | 3,00 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 096/001/003 | 711837,31 | 7084293,44 | Canal trapezoidal | 1,50 | 4,00 | 2,00 | 1,33 | 0,070 | 2,50 | 4,67 | 0,96 | 0,0387 | 4,50 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 097/001 | 711511,00 | 7084102,00 | Canal trapezoidal | 3,00 | 12,00 | 1,50 | 3,50 | 0,070 | 10,92 | 8,50 | 2,38 | 0,0180 | 20,25 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 097/001/002 | 711455,02 | 7083982,48 | Canal trapezoidal | 2,00 | 3,00 | 1,50 | 0,75 | 0,070 | 2,50 | 3,00 | 1,50 | 0,0180 | 4,50 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 098/002 | 715290,09 | 7095989,05 | 2 Tubos de concreto (1000 mm) | - | - | - | - | 0,015 | - | - | - | 0,0011 | 0,57 |
| | 098/003 | 715394,83 | 7095984,92 | Canal trapezoidal | 1,50 | 5,00 | 2,00 | 2,00 | 0,016 | 3,35 | 6,00 | 0,88 | 0,0011 | 5,25 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 099/001 | 716603,60 | 7096054,10 | Canal trapezoidal | 1,50 | 5,00 | 2,00 | 2,00 | 0,016 | 3,35 | 6,00 | 0,88 | 0,0011 | 5,25 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 099/001 | 716603,60 | 7096054,10 | Canal trapezoidal | 3,00 | 20,00 | 15,00 | 1,67 | 0,016 | 5,83 | 18,33 | 2,86 | 0,0366 | 52,50 |
| JOI/100/001/INU | 100/001 | 717361,30 | 7097859,50 | Canal trapezoidal | 3,00 | 7,00 | 1,50 | 1,83 | 0,025 | 6,26 | 5,17 | 2,47 | 0,0009 | 12,75 |
| JOI/101/001/INU | 101/001 | 717896,60 | 7099208,41 | Canal trapezoidal | 2,00 | 3,50 | 0,80 | 1,35 | 0,070 | 3,36 | 3,50 | 1,23 | 0,0018 | 4,30 |
| | 101/001-02 | 718239,97 | 7099347,16 | Canal trapezoidal | 2,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | 0,025 | 2,83 | 4,00 | 1,50 | 0,0018 | 6,00 |
| JOI/102/001/INU | 102/001 | 719268,56 | 7098241,74 | Canal trapezoidal | 2,00 | 4,00 | 2,50 | 0,75 | 0,025 | 2,50 | 4,00 | 1,63 | 0,0225 | 6,50 |
| | 102/001-2 | 719361,00 | 7098287,00 | Canal trapezoidal | 3,00 | 50,00 | 30,00 | 6,67 | 0,070 | 20,22 | 43,33 | 2,77 | 0,0225 | 120,00 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 103/001 | 711880,50 | 7092831,30 | Canal retangular aberto | 4,00 | 9,00 | - | - | 0,017 | - | 17,00 | 2,12 | 0,0022 | 36,00 |
| JOI/104/001/INU | 104/001 | 711365,70 | 7091944,10 | Canal trapezoidal | 2,00 | 1,50 | 1,00 | 0,25 | 0,023 | 2,06 | 1,50 | 1,67 | 0,0167 | 2,50 |
| JOI/104/002/INU | 104/002 | 711880,70 | 7092756,60 | Canal retangular aberto | 2,00 | 2,50 | - | - | 0,070 | - | 6,50 | 0,77 | 0,0104 | 5,00 |
| JOI/105/001/INU | 105/001 | 712449,20 | 7092841,50 | Canal retangular aberto | 2,50 | 2,00 | - | - | 0,023 | - | 7,00 | 0,71 | 0,0083 | 5,00 |
| JOI/106/001/INU | 106/001 | 712694,80 | 7092437,20 | Canal trapezoidal | 2,50 | 2,00 | 1,50 | 0,20 | 0,070 | 2,55 | 1,90 | 2,30 | 0,0056 | 4,38 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 107/003 | 712852,00 | 7092729,00 | Canal trapezoidal | 3,00 | 2,00 | 1,50 | 0,17 | 0,035 | 3,04 | 1,83 | 2,86 | 0,0056 | 5,25 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 107/002 | 713307,00 | 7092895,00 | Canal trapezoidal | 3,00 | 2,00 | 1,50 | 0,17 | 0,070 | 3,04 | 1,83 | 2,86 | 0,0061 | 5,25 |
| JOI/108/001/INU | 108/001 | 713950,30 | 7092659,00 | Canal trapezoidal | 4,00 | 15,00 | 8,00 | 1,75 | 0,070 | 8,06 | 11,50 | 4,00 | 0,0051 | 46,00 |
| JOI/109/001/INU | 109/001 | 714138,80 | 7092582,20 | Canal trapezoidal | 4,00 | 15,00 | 8,00 | 1,75 | 0,070 | 8,06 | 11,50 | 4,00 | 0,0045 | 46,00 |
| JOI/109/002/INU | 109/002 | 714391,30 | 7092438,80 | Canal trapezoidal | 3,00 | 15,00 | 9,00 | 2,00 | 0,070 | 6,71 | 13,00 | 2,77 | 0,0045 | 36,00 |
| JOI/110/001/INU | 110/001 | 715138,00 | 7091212,00 | Canal aberto retangular | 4,00 | 7,00 | 7,00 | 0,00 | 0,035 | 4,00 | 7,00 | 4,00 | 0,0038 | 28,00 |
| JOI/111/001/INU | 111/01 | 715858,63 | 7091293,81 | Canal aberto retangular | 2,50 | 4,00 | - | - | 0,070 | - | 9,00 | 1,11 | 0,0227 | 10,00 |
| | 111/001 | 715707,40 | 7091067,26 | Galeria retangular | 2,00 | 3,00 | - | - | 0,023 | - | 7,00 | 0,86 | 0,0227 | 6,00 |
| JOI/112 | 112/001 | 713674,50 | 7090107,90 | Canal trapezoidal | 2,00 | 3,50 | 2,50 | 0,50 | 0,035 | 2,24 | 3,50 | 1,71 | 0,0011 | 6,00 |
| JOI/112/003/INU | 112/003 | 714223,82 | 7090056,80 | Canal trapezoidal | 3,50 | 6,00 | 4,00 | 0,57 | 0,035 | 4,03 | 5,14 | 3,40 | 0,0011 | 17,50 |
| JOI/113 | 113/001 | 715374,00 | 7090261,00 | Canal trapezoidal | 3,00 | 25,00 | 25,00 | 0,00 | 0,035 | 3,00 | 25,00 | 3,00 | 0,0031 | 75,00 |
| JOI/114/001/INU/R1/V1 | 114/01 | 713722,00 | 7086806,00 | Galeria de drenagem | 2,10 | 6,50 | - | - | 0,035 | - | 10,70 | 1,28 | 0,0038 | 13,65 |
| | 114/01 | 713722,00 | 7086806,00 | Canal retangular aberto | 3,00 | 2,00 | - | - | 0,035 | - | 8,00 | 0,75 | 0,0038 | 6,00 |
| JOI/115/001/INU/R1/V1 | 115/01 | 713710,00 | 7086713,00 | Canal natural | 2,00 | 7,65 | 4,00 | 1,83 | 0,035 | 4,16 | 7,65 | 1,52 | 0,0038 | 11,65 |
| | 115/01 | 713746,28 | 7086722,91 | Canal retangular aberto | 3,00 | 3,60 | - | - | 0,018 | - | 9,60 | 1,13 | 0,0038 | 10,80 |
| | 115/01 | 713090,73 | 7086135,50 | Canal retangular aberto | 3,00 | 4,60 | - | - | 0,017 | - | 10,60 | 1,30 | 0,0038 | 13,80 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 116/001 | 713800,30 | 7086724,40 | Canal trapezoidal | 5,50 | 5,50 | 3,00 | 0,45 | 0,035 | 6,04 | 3,91 | 5,98 | 0,0080 | 23,38 |
| | 116/001 | 713802,00 | 7086725,00 | Galeria de drenagem | 3,00 | 2,00 | - | - | 0,023 | - | 8,00 | 0,75 | 0,0080 | 6,00 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 116/001-2 | 713806,40 | 7086791,80 | Canal trapezoidal | 5,50 | 5,50 | 3,00 | 0,45 | 0,035 | 6,04 | 3,91 | 5,98 | 0,0151 | 23,38 |
| JOI/117/001/INU | 117/001 | 714824,92 | 7087907,56 | Galeria retangular | 2,50 | 5,00 | - | - | 0,023 | - | 10,00 | 1,25 | 0,0025 | 12,50 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 118/001-3 | 715252,00 | 7089135,00 | Canal trapezoidal | 2,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | 0,035 | 2,83 | 4,00 | 1,50 | 0,0025 | 6,00 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 118/001-2 | 715252,00 | 7089135,00 | Canal trapezoidal | 2,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | 0,035 | 2,83 | 4,00 | 1,50 | 0,0240 | 6,00 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 118/001-1 | 715528,00 | 7088972,00 | Canal trapezoidal | 5,00 | 30,00 | 25,00 | 1,00 | 0,035 | 7,07 | 27,00 | 5,09 | 0,0031 | 137,50 |
| JOI/119/001 | 119/001 | 714588,12 | 7084433,18 | Canal trapezoidal | 2,00 | 3,00 | 3,00 | 0,00 | 0,070 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 0,0107 | 6,00 |
| | 120/001 | 714551,37 | 7084660,85 | Canal trapezoidal | 2,50 | 3,00 | 2,50 | 0,20 | 0,070 | 2,55 | 2,90 | 2,37 | 0,0198 | 6,88 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 120/001 | 714551,37 | 7084660,85 | Galeria retangular | 1,00 | 3,00 | - | - | 0,023 | - | 5,00 | 0,60 | 0,0198 | 3,00 |
| | 120/001-002 | 714600,07 | 7084839,30 | Canal trapezoidal | 2,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 0,070 | 2,83 | 5,00 | 2,00 | 0,0058 | 10,00 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 120/001-002 | 714600,07 | 7084839,30 | Travessia | 3,00 | 9,00 | - | - | 0,070 | - | 15,00 | 1,80 | 0,0058 | 27,00 |
| | 120/001-003 | 714796,25 | 7084927,85 | Galeria retangular | 3,00 | 5,00 | - | - | 0,023 | - | 11,00 | 1,36 | 0,0058 | 15,00 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 120/001-002 | 714600,07 | 7084839,30 | Canal trapezoidal | 2,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 0,070 | 2,83 | 5,00 | 2,00 | 0,0198 | 10,00 |
| | 120/001-003 | 714796,25 | 7084927,85 | Canal retangular aberto | 3,00 | 2,00 | - | - | 0,035 | - | 8,00 | 0,75 | 0,0046 | 6,00 |
| JOI/121/001 | 120/001-003 | 714796,25 | 7084927,85 | Canal trapezoidal | 2,50 | 6,00 | 2,50 | 1,40 | 0,035 | 4,30 | 5,30 | 2,00 | 0,0046 | 10,63 |
| | 120/001-004 | 715600,55 | 7086302,46 | Canal trapezoidal | 2,50 | 8,00 | 6,00 | 0,80 | 0,022 | 3,20 | 7,60 | 2,30 | 0,0046 | 17,50 |
| JOI/122/001 | 122/001 | 715724,50 | 7086800,90 | Canal trapezoidal | 2,00 | 8,00 | 7,00 | 0,50 | 0,035 | 2,24 | 8,00 | 1,88 | 0,0046 | 15,00 |

Tabela 4.2.10-1 - Setores críticos a ser avaliado, e as capacidades de vazão das seções críticas

| Setor | Seção crítica | Coordenada da seção crítica | | Estrutura atual | Dimensões | | | Inclinação do talude lateral (m) | Coeficiente de manning adotado | Comprimento do talude do canal (m) | Perímetro da seção em análise (m) | Rh (Raio hidráulico) (m) | Declividade média (m/m) | Área molhada (m²) |
|---------------------------------|---------------|-----------------------------|------------|-------------------------|------------|----------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| | | X | Y | | Altura (h) | Base maior (B) | Base menor (b) | | | | | | | |
| JOI/123/001 | 123/001 | 716212,81 | 7086556,02 | Canal trapezoidal | 1,50 | 2,00 | 1,50 | 0,33 | 0,035 | 1,58 | 2,17 | 1,38 | 0,0053 | 3,00 |
| | 123/001 | 716212,81 | 7086556,02 | Galeria retangular | 1,50 | 2,50 | - | - | 0,017 | - | 5,50 | 1,36 | 0,0053 | 7,50 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 124/001 | 716403,00 | 7087909,00 | Canal trapezoidal | 2,50 | 10,00 | 8,00 | 0,80 | 0,025 | 3,20 | 9,60 | 2,34 | 0,0022 | 22,50 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 124/002 | 716530,00 | 7087442,00 | Canal trapezoidal | 2,50 | 10,00 | 8,00 | 0,80 | 0,025 | 3,20 | 9,60 | 2,34 | 0,0039 | 22,50 |
| JOI/125/002/INU/R2/V1 | 125/002 | 716341,50 | 7082649,60 | Canal retangular aberto | 2,50 | 7,10 | - | - | 0,035 | - | 12,10 | 1,47 | 0,0041 | 17,75 |
| | 125/002-02 | 715991,60 | 7082574,90 | Canal trapezoidal | 2,00 | 5,60 | 2,00 | 1,80 | 0,035 | 4,12 | 5,60 | 1,36 | 0,0041 | 7,60 |
| | 125/001 | 715831,01 | 7082531,02 | Canal retangular aberto | 3,00 | 5,00 | - | - | 0,015 | - | 11,00 | 1,36 | 0,0041 | 15,00 |
| | 125/001 | 715831,01 | 7082531,02 | Galeria de drenagem | 2,50 | 2,50 | - | - | 0,035 | - | 7,50 | 0,83 | 0,0041 | 6,25 |
| JOI/126/001/002/003/004/005/006 | 126/002 | 716664,21 | 7081437,66 | Canal trapezoidal | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 0,50 | 0,070 | 2,24 | 2,00 | 1,50 | 0,0131 | 3,00 |
| | 126/002 | 716664,21 | 7081437,66 | 2 Galerias retangulares | 1,50 | 5,00 | - | - | 0,023 | - | 8,00 | 0,94 | 0,0131 | 7,50 |
| | 126/003 | 716592,14 | 7081599,27 | Canal trapezoidal | 2,50 | 2,00 | 1,50 | 0,20 | 0,070 | 2,55 | 1,90 | 2,30 | 0,0088 | 4,38 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 127/001-01 | 716493,28 | 7083626,34 | Canal trapezoidal | 2,50 | 7,00 | 5,00 | 0,80 | 0,070 | 3,20 | 6,60 | 2,27 | 0,0131 | 15,00 |
| | 127/001-03 | 716493,28 | 7083626,34 | 2 Galerias retangulares | 3,00 | 1,50 | - | 0,50 | 0,035 | 3,35 | 1,00 | 9,00 | 0,0131 | 9,00 |
| | 127/001-02 | 716576,73 | 7083233,63 | Canal trapezoidal | 2,00 | 6,00 | 5,00 | 0,50 | 0,070 | 2,24 | 6,00 | 1,83 | 0,0131 | 11,00 |
| | 127/001 | 716542,00 | 7083168,99 | Galeria retangular | 2,00 | 2,00 | - | - | 0,035 | - | 6,00 | 0,67 | 0,0131 | 4,00 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 127/002 | 716560,95 | 7083854,56 | Canal trapezoidal | 3,00 | 7,00 | 3,50 | 1,17 | 0,070 | 4,61 | 5,83 | 2,70 | 0,0093 | 15,75 |
| JOI/128/001/INU/R2/V1 | 128/001 | 716944,17 | 7084834,98 | Canal trapezoidal | 2,00 | 8,50 | 6,00 | 1,25 | 0,060 | 3,20 | 8,50 | 1,71 | 0,0020 | 14,50 |
| | 128/001 | 717309,73 | 7085718,77 | *Rio natural | 2,30 | 14,35 | 10,00 | 1,89 | 0,060 | 4,92 | 13,78 | 2,03 | 0,0020 | 28,00 |
| | 128/001 | 716978,23 | 7084877,89 | Canal natural | 2,50 | 10,00 | - | - | 0,035 | - | 15,00 | 1,67 | 0,0020 | 25,00 |
| | 128/001 | 716871,70 | 7084777,07 | Canal natural | 2,50 | 13,00 | 10,00 | 1,20 | 0,035 | 3,91 | 12,40 | 2,32 | 0,0020 | 28,75 |
| | 128/001 | 716729,20 | 7084500,04 | Canal natural | 2,10 | 8,00 | 7,00 | 0,48 | 0,035 | 2,33 | 7,95 | 1,98 | 0,0020 | 15,75 |
| | 128/001 | 716657,21 | 7084169,01 | Canal natural | 3,00 | 18,40 | 10,00 | 2,80 | 0,035 | 8,92 | 15,60 | 2,73 | 0,0020 | 42,60 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 129/001 | 717649,30 | 7086238,26 | Canal trapezoidal | 1,50 | 10,00 | 7,00 | 2,00 | 0,060 | 3,35 | 11,00 | 1,16 | 0,0131 | 12,75 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 129/002 | 717458,00 | 7085942,00 | Canal trapezoidal | 2,00 | 8,50 | 6,00 | 1,25 | 0,060 | 3,20 | 8,50 | 1,71 | 0,0208 | 14,50 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 130/001 | 718489,30 | 7087077,80 | Canal trapezoidal | 3,00 | 10,00 | 8,00 | 0,67 | 0,070 | 3,61 | 9,33 | 2,89 | 0,0033 | 27,00 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 130/002 | 717591,00 | 7086903,00 | Canal trapezoidal | 3,00 | 8,00 | 7,00 | 0,33 | 0,070 | 3,16 | 7,67 | 2,93 | 0,0111 | 22,50 |
| JOI/131/001/INU/R1/V1 | 131/001 | 718977,24 | 7095395,99 | 2 Galerias retangulares | 1,00 | 3,00 | - | - | 0,035 | - | 5,00 | 1,20 | 0,0015 | 6,00 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 132/001 | 718490,00 | 7088522,00 | Canal trapezoidal | 3,00 | 15,00 | 2,00 | 4,33 | 0,070 | 13,34 | 10,67 | 2,39 | 0,0545 | 25,50 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 132/002 | | | | 3,00 | 15,00 | 2,00 | 4,33 | 0,070 | 13,34 | 10,67 | 2,39 | 0,0559 | 25,50 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 132/003 | | | | 3,00 | 15,00 | 2,00 | 4,33 | 0,070 | 13,34 | 10,67 | 2,39 | 0,0320 | 25,50 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 132/004 | | | | 3,00 | 15,00 | 2,00 | 4,33 | 0,070 | 13,34 | 10,67 | 2,39 | 0,0099 | 25,50 |
| JOI/133/001 | 133/01 | 718335,70 | 7095379,78 | Canal trapezoidal | 2,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 0,033 | 2,83 | 3,00 | 1,33 | 0,0219 | 4,00 |
| JOI/134/001 | 134/001 | 718843,20 | 7094120,60 | Galeria retangular | 4,00 | 7,00 | - | - | 0,023 | - | 15,00 | 1,87 | 0,0390 | 28,00 |
| JOI/135/001 | 135/001 | 718741,00 | 7092506,00 | Canal trapezoidal | 2,50 | 8,00 | 1,50 | 2,60 | 0,070 | 6,96 | 6,70 | 1,77 | 0,0298 | 11,88 |
| JOI/136/001/INU/R1/V2 | 136/003 | 719726,76 | 7091869,49 | Canal trapezoidal | 2,50 | 12,00 | 10,00 | 0,80 | 0,050 | 3,20 | 11,60 | 2,37 | 0,0011 | 27,50 |
| | 136/002 | 719083,95 | 7091702,77 | Canal trapezoidal | 3,50 | 7,40 | 5,00 | 0,69 | 0,035 | 4,24 | 6,37 | 3,41 | 0,0011 | 21,70 |
| | 136/001 | 718862,75 | 7091760,88 | Canal trapezoidal | 4,00 | 6,00 | 4,00 | 0,50 | 0,035 | 4,47 | 5,00 | 4,00 | 0,0011 | 20,00 |
| JOI/137/001 2º ANÁLISE | 137/001 | 719981,73 | 7086867,27 | Canal trapezoidal | 1,60 | 5,00 | 2,50 | 1,56 | 0,070 | 2,97 | 5,63 | 1,07 | 0,0352 | 6,00 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 138/001 | 720461,00 | 7087598,00 | Canal trapezoidal | 1,60 | 5,00 | 2,50 | 1,56 | 0,070 | 2,97 | 5,63 | 1,07 | 0,0059 | 6,00 |
| | 138/002 | 720384,00 | 7087255,00 | Canal trapezoidal | 2,00 | 7,00 | 5,00 | 1,00 | 0,070 | 2,83 | 7,00 | 1,71 | 0,0059 | 12,00 |
| JOI/139/001 | 139/001-02 | 720499,27 | 7084120,36 | Canal trapezoidal | 2,50 | 3,00 | 1,00 | 0,80 | 0,070 | 3,20 | 2,60 | 1,92 | 0,0326 | 5,00 |
| | 139/001 | 720266,20 | 7083392,35 | Galeria retangular | 3,00 | 1,50 | - | - | 0,035 | - | 7,50 | 0,60 | 0,0326 | 4,50 |
| | 139/001-03 | 720821,77 | 7084338,54 | Galeria retangular | 3,00 | 1,50 | - | - | 0,035 | - | 7,50 | 1,20 | 0,0326 | 9,00 |
| JOI/140/001 | 140/001 | 722405,30 | 7083230,60 | Canal retangular aberto | 2,50 | 2,00 | - | - | 0,017 | - | 7,00 | 0,71 | 0,0294 | 5,00 |
| JOI/150/002 | 150/001 | 712708,00 | 7088843,70 | Canal trapezoidal | 1,00 | 6,00 | 6,00 | 0,00 | 0,070 | 1,00 | 6,00 | 1,00 | 0,0358 | 6,00 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

NIPPON KOEI E.C. REGEA

4.2.11. CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO CRÍTICO DE DRENAGEM

Neste produto, a classificação do dispositivo crítico de drenagem foi realizada a partir da verificação da capacidade de vazão da infraestrutura superar a vazão de pico. Seguindo a premissa da **Tabela 4.2.111-1** a seguir. A Classificação dos pontos exultórios e suscetibilidade são apresentados na **Tabela 4.2.111-2**.

Tabela 4.2.111-1 - Classes de potencial de processo hidrológico.

| Classificação | |
|-----------------|--|
| Baixo potencial | Menor que 90% da capacidade da vazão da estrutura atual. |
| Médio potencial | Maior que 90% da capacidade da vazão da estrutura atual, até 10% superior. |
| Alto potencial | Acima de 110% da capacidade de vazão da estrutura atual |

Tabela 4.2.111-2 - Classificação do potencial para a processos hidrológicos baseado na capacidade de vazão das infraestruturas de drenagem.

| Setor de risco | Seção crítica | Estrutura atual | Vazão máxima | Vazão segura | Vazão de pico a ser comportada (m³/s) | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| | | | da seção | da seção | TR 2 ANOS | TR 5 ANOS | TR 10 ANOS | TR 25 ANOS | TR 50 ANOS |
| | | | (m³/s) | (m³/s) | | | | | |
| JOI/085/001/INU/R1/V1 | 085/001 | Canal trapezoidal | 44,41 | 39,97 | 30,67 | 41,51 | 51,65 | 68,15 | 94,54 |
| JOI/086/004/INU/R1/V1 | 086/004 | Canal trapezoidal | 76,87 | 69,18 | 48,18 | 61,02 | 72,68 | 91,19 | 122,37 |
| JOI/086/005/INU/R1/V1 | 086/005 | Canal trapezoidal | 92,38 | 83,14 | 48,18 | 61,02 | 72,68 | 91,19 | 122,37 |
| JOI/87/INU/R1/V1 | 087/001 | Canal trapezoidal | 14,65 | 13,19 | 2,29 | 3,00 | 3,65 | 4,69 | 6,40 |
| JOI/089/001/INU/R1/V3 | 089/001 | Canal trapezoidal | 142,60 | 128,34 | 46,41 | 62,03 | 76,56 | 100,06 | 137,93 |
| JOI/90/ÁREA 1 | 090/001-01 | Canal trapezoidal | 49,46 | 44,51 | 5,73 | 7,42 | 8,96 | 11,43 | 15,50 |
| JOI/90/ÁREA 2 | 090/001-02 | Canal trapezoidal | 46,11 | 41,50 | 1,68 | 2,00 | 2,49 | 3,28 | 4,55 |
| JOI/91/001/INU | 091/001 | Canal trapezoidal | 0,10 | 0,09 | 1,30 | 1,71 | 2,10 | 2,71 | 3,71 |
| JOI/91/002 e 003 | 091/002 | Canal retangular aberto | 0,17 | 0,15 | 1,19 | 1,57 | 1,91 | 2,47 | 3,47 |
| JOI/91/005 | 091/005 | Canal trapezoidal | 1,41 | 1,27 | 2,30 | 3,07 | 3,78 | 4,93 | 6,79 |
| | 091/005-002 | Canal trapezoidal | 2,08 | 1,87 | 2,30 | 3,07 | 3,78 | 4,93 | 6,79 |
| JOI/91/006 | 091/006 | Canal trapezoidal | 19,94 | 17,95 | 25,21 | 34,80 | 43,86 | 58,72 | 82,26 |
| JOI/95/001/INU | 095/001 | Canal trapezoidal | 1,64 | 1,48 | 1,26 | 1,66 | 2,03 | 2,62 | 3,58 |
| JOI/96/001/ÁREA 1 | 096/001/003 | Tubo de concreto (1000 mm) | 1,85 | 1,67 | 2,12 | 2,96 | 3,77 | 5,09 | 7,18 |
| JOI/96/001/ÁREA 2 | 096/001/002 | Galeria retangular | 19,17 | 17,25 | 2,47 | 3,32 | 4,11 | 5,39 | 7,45 |
| JOI/96/001/ÁREA 3 | 096/001/003 | Canal trapezoidal | 12,34 | 11,10 | 0,86 | 1,15 | 1,42 | 1,86 | 2,57 |
| JOI/97/001/ÁREA 1 | 097/001 | Canal trapezoidal | 69,21 | 62,29 | 0,90 | 1,19 | 1,47 | 1,91 | 2,63 |
| JOI/97/001/ÁREA 2 | 097/001/002 | Canal trapezoidal | 11,30 | 10,17 | 5,40 | 7,39 | 9,26 | 12,31 | 17,17 |
| JOI/98/001/ÁREA 1 | 098/002 | 2 Tubos de concreto (1000 mm) | 1,44 | 1,29 | 6,82 | 9,13 | 11,27 | 14,74 | 20,33 |
| | 098/003 | Canal trapezoidal | 10,04 | 9,04 | 6,82 | 9,13 | 11,27 | 14,74 | 20,33 |
| JOI/99/001/ÁREA 1 | 099/001 | Canal trapezoidal | 10,04 | 9,04 | 8,12 | 10,87 | 13,43 | 17,58 | 24,25 |
| JOI/99/001/ÁREA 2 | 099/001 | Canal trapezoidal | 1266,17 | 1139,55 | 107,98 | 145,21 | 179,93 | 236,23 | 326,64 |
| JOI/100/001/INU | 100/001 | Canal trapezoidal | 28,28 | 25,46 | 7,62 | 10,29 | 12,79 | 16,85 | 23,34 |
| JOI/101/001/INU | 101/001 | Canal trapezoidal | 2,95 | 2,65 | 8,62 | 11,15 | 13,46 | 17,15 | 23,25 |
| | 101/001-02 | Canal trapezoidal | 13,16 | 11,85 | 8,62 | 11,15 | 13,46 | 17,15 | 23,25 |
| JOI/102/001/INU | 102/001 | Canal trapezoidal | 53,95 | 48,55 | 81,66 | 123,13 | 164,23 | 234,46 | 342,45 |
| | 102/001-2 | Canal trapezoidal | 507,48 | 456,73 | 81,66 | 123,13 | 164,23 | 234,46 | 342,45 |
| JOI/103/001/ÁREA 1 | 103/001 | Canal retangular aberto | 162,52 | 146,27 | 10,55 | 13,91 | 17,02 | 22,01 | 30,12 |
| JOI/104/001/INU | 104/001 | Canal trapezoidal | 19,73 | 17,75 | 4,05 | 4,97 | 6,04 | 7,75 | 10,55 |
| JOI/104/002/INU | 104/002 | Canal retangular aberto | 6,11 | 5,50 | 6,13 | 7,89 | 9,51 | 12,09 | 16,36 |
| JOI/105/001/INU | 105/001 | Canal retangular aberto | 15,86 | 14,27 | 13,53 | 18,02 | 22,19 | 28,93 | 39,82 |
| JOI/106/001/INU | 106/001 | Canal trapezoidal | 8,18 | 7,36 | 7,32 | 9,34 | 11,17 | 14,09 | 18,98 |
| JOI/107/001/(ÁREA 1) | 107/003 | Canal trapezoidal | 22,70 | 20,43 | 6,63 | 8,59 | 10,38 | 13,25 | 17,98 |
| JOI/107/001/(ÁREA 2) | 107/002 | Canal trapezoidal | 11,82 | 10,64 | 17,72 | 22,95 | 27,74 | 35,39 | 48,02 |
| JOI/108/001/INU | 108/001 | Canal trapezoidal | 118,38 | 106,54 | 39,05 | 50,49 | 60,97 | 77,70 | 105,35 |

Tabela 4.2.111-2 - Classificação do potencial para a processos hidrológicos baseado na capacidade de vazão das infraestruturas de drenagem.

| Setor de risco | Seção crítica | Estrutura atual | Vazão máxima | Vazão segura | Vazão de pico a ser comportada (m³/s) | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| | | | da seção | da seção | TR 2 ANOS | TR 5 ANOS | TR 10 ANOS | TR 25 ANOS | TR 50 ANOS |
| | | | (m³/s) | (m³/s) | | | | | |
| JOI/109/001/INU | 109/001 | Canal trapezoidal | 110,47 | 99,42 | 42,59 | 55,03 | 66,42 | 84,60 | 114,66 |
| JOI/109/002/INU | 109/002 | Canal trapezoidal | 67,66 | 60,89 | 42,59 | 55,03 | 66,42 | 84,60 | 114,66 |
| JOI/110/001/INU | 110/001 | Canal aberto retangular | 124,07 | 111,67 | 68,75 | 88,56 | 106,68 | 135,56 | 183,46 |
| JOI/111/001/INU | 111/01 | Canal aberto retangular | 23,11 | 20,80 | 16,94 | 21,94 | 26,53 | 33,86 | 45,95 |
| | 111/001 | Galeria retangular | 35,49 | 31,95 | 16,94 | 21,94 | 26,53 | 33,86 | 45,95 |
| JOI/112 | 112/001 | Canal trapezoidal | 8,03 | 7,22 | 16,19 | 20,91 | 25,24 | 32,14 | 43,56 |
| JOI/112/003/INU | 112/003 | Canal trapezoidal | 36,97 | 33,27 | 16,19 | 20,91 | 25,24 | 32,14 | 43,56 |
| JOI/113 | 113/001 | Canal trapezoidal | 248,25 | 223,43 | 113,15 | 146,10 | 176,26 | 224,39 | 304,02 |
| JOI/114/001/INU/R1/V1 | 114/01 | Galeria de drenagem | 28,28 | 25,45 | 15,17 | 19,79 | 24,03 | 30,82 | 41,97 |
| | 114/01 | Canal retangular aberto | 8,72 | 7,85 | 15,17 | 19,79 | 24,03 | 30,82 | 41,97 |
| JOI/115/001/INU/R1/V1 | 115/01 | Canal natural | 27,16 | 24,44 | 15,17 | 19,79 | 24,03 | 30,82 | 41,97 |
| | 115/01 | Canal retangular aberto | 40,01 | 36,01 | 15,17 | 19,79 | 24,03 | 30,82 | 41,97 |
| | 115/01 | Canal retangular aberto | 59,66 | 53,70 | 15,17 | 19,79 | 24,03 | 30,82 | 41,97 |
| JOI/116/001/ÁREA 1 | 116/001 | Canal trapezoidal | 196,90 | 177,21 | 6,86 | 8,82 | 10,60 | 13,45 | 18,19 |
| | 116/001 | Galeria de drenagem | 26,50 | 23,85 | 6,86 | 8,82 | 10,60 | 13,45 | 18,19 |
| JOI/116/001/ÁREA 2 | 116/001-2 | Canal trapezoidal | 270,79 | 243,71 | 8,50 | 11,21 | 13,70 | 17,72 | 24,26 |
| JOI/117/001/INU | 117/001 | Galeria retangular | 31,61 | 28,45 | 27,32 | 35,38 | 42,75 | 54,53 | 73,98 |
| JOI/118/001/ÁREA 1 | 118/001-3 | Canal trapezoidal | 11,26 | 10,13 | 27,71 | 35,87 | 43,33 | 55,26 | 74,96 |
| JOI/118/001/ÁREA 2 | 118/001-2 | Canal trapezoidal | 34,78 | 31,30 | 8,43 | 10,85 | 13,06 | 16,59 | 22,45 |
| JOI/118/001/ÁREA 3 | 118/001-1 | Canal trapezoidal | 651,75 | 586,57 | 104,08 | 134,49 | 162,31 | 206,73 | 280,19 |
| JOI/119/001 | 119/001 | Canal trapezoidal | 14,08 | 12,67 | 5,06 | 6,49 | 7,80 | 9,88 | 13,34 |
| JOI/120/001/ÁREA 1 | 120/001 | Canal trapezoidal | 24,56 | 22,11 | 5,06 | 6,49 | 7,80 | 9,88 | 13,35 |
| | 120/001 | Galeria retangular | 13,05 | 11,75 | 5,06 | 6,49 | 7,80 | 9,88 | 13,35 |
| JOI/120/001/ÁREA 2 | 120/001-002 | Canal trapezoidal | 17,27 | 15,54 | 9,77 | 12,75 | 15,48 | 19,85 | 27,03 |
| | 120/001-002 | Travessia | 43,46 | 39,11 | 9,77 | 12,75 | 15,48 | 19,85 | 27,03 |
| | 120/001-003 | Galeria retangular | 61,06 | 54,95 | 9,77 | 12,75 | 15,48 | 19,85 | 27,03 |
| JOI/120/001/ÁREA 3 | 120/001-002 | Canal trapezoidal | 31,90 | 28,71 | 1,73 | 2,22 | 2,66 | 3,37 | 4,55 |
| | 120/001-003 | Canal retangular aberto | 9,57 | 8,62 | 24,20 | 31,23 | 37,65 | 47,90 | 64,87 |
| JOI/121/001 | 120/001-003 | Canal trapezoidal | 32,66 | 29,39 | 24,20 | 31,23 | 37,65 | 47,90 | 64,87 |
| | 120/001-004 | Canal trapezoidal | 93,85 | 84,46 | 24,20 | 31,23 | 37,65 | 47,90 | 64,87 |
| JOI/122/001 | 122/001 | Canal trapezoidal | 44,09 | 39,68 | 28,03 | 36,12 | 43,51 | 55,31 | 74,86 |
| JOI/123/001 | 123/001 | Canal trapezoidal | 7,74 | 6,96 | 6,68 | 8,48 | 10,11 | 12,70 | 17,05 |
| | 123/001 | Galeria retangular | 39,43 | 35,49 | 6,68 | 8,48 | 10,11 | 12,70 | 17,05 |
| JOI/124/001/ÁREA 1 | 124/001 | Canal trapezoidal | 73,91 | 66,51 | 126,78 | 164,00 | 198,07 | 252,48 | 342,38 |
| JOI/124/002/ÁREA 2 | 124/002 | Canal trapezoidal | 98,69 | 88,82 | 37,16 | 47,77 | 57,45 | 72,89 | 98,54 |
| JOI/125/002/INU/R2/V1 | 125/002 | Canal retangular aberto | 41,92 | 37,73 | 7,88 | 10,22 | 12,35 | 15,77 | 21,40 |

Tabela 4.2.111-2 - Classificação do potencial para a processos hidrológicos baseado na capacidade de vazão das infraestruturas de drenagem.

| Setor de risco | Seção crítica | Estrutura atual | Vazão máxima | Vazão segura | Vazão de pico a ser comportada (m³/s) | | | | |
|---------------------------------|---------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| | | | da seção | da seção | TR 2 ANOS | TR 5 ANOS | TR 10 ANOS | TR 25 ANOS | TR 50 ANOS |
| | | | (m³/s) | (m³/s) | | | | | |
| | 125/002-02 | Canal trapezoidal | 17,04 | 15,34 | 7,88 | 10,22 | 12,35 | 15,77 | 21,40 |
| | 125/001 | Canal retangular aberto | 78,74 | 70,87 | 7,88 | 10,22 | 12,35 | 15,77 | 21,40 |
| | 125/001 | Galeria de drenagem | 10,13 | 9,11 | 7,88 | 10,22 | 12,35 | 15,77 | 21,40 |
| JOI/126/001/002/003/004/005/006 | 126/002 | Canal trapezoidal | 6,43 | 5,79 | 5,22 | 21,74 | 26,74 | 34,82 | 47,87 |
| | 126/002 | 2 Galerias retangulares | 35,77 | 32,19 | 16,35 | 21,74 | 26,74 | 34,82 | 47,87 |
| | 126/003 | Canal trapezoidal | 10,22 | 9,19 | 3,45 | 4,59 | 5,65 | 7,35 | 10,11 |
| JOI/127/001/ÁREA 1 | 127/001-01 | Canal trapezoidal | 42,41 | 38,17 | 27,15 | 35,78 | 43,74 | 56,56 | 77,41 |
| | 127/001-03 | 2 Galerias retangulares | 127,40 | 114,66 | 27,15 | 35,78 | 43,74 | 56,56 | 77,41 |
| | 127/001-02 | Canal trapezoidal | 26,95 | 24,26 | 27,15 | 35,78 | 43,74 | 56,56 | 77,41 |
| JOI/127/002/ÁREA 2 | 127/001 | Galeria retangular | 9,99 | 8,99 | 27,15 | 35,78 | 43,74 | 56,56 | 77,41 |
| | 127/002 | Canal trapezoidal | 42,12 | 37,91 | 8,88 | 11,50 | 13,91 | 17,74 | 24,08 |
| JOI/128/001/INU/R2/V1 | 128/001 | Canal trapezoidal | 15,43 | 13,89 | 41,19 | 53,94 | 65,68 | 84,52 | 115,32 |
| | 128/001 | *Rio natural | 33,48 | 30,13 | 41,19 | 53,94 | 65,68 | 84,52 | 115,32 |
| | 128/001 | Canal natural | 44,90 | 40,41 | 41,19 | 53,94 | 65,68 | 84,52 | 115,32 |
| | 128/001 | Canal natural | 64,35 | 57,92 | 41,19 | 53,94 | 65,68 | 84,52 | 115,32 |
| | 128/001 | Canal natural | 31,74 | 28,56 | 41,19 | 53,94 | 65,68 | 84,52 | 115,32 |
| JOI/129/001/ÁREA 1 | 129/001 | Canal trapezoidal | 106,34 | 95,71 | 41,19 | 53,94 | 65,68 | 84,52 | 115,32 |
| JOI/129/002/ÁREA 2 | 129/002 | Canal trapezoidal | 26,85 | 24,16 | 48,23 | 62,96 | 76,49 | 98,19 | 133,76 |
| JOI/130/001/ÁREA 1 | 130/001 | Canal trapezoidal | 49,71 | 44,74 | 25,79 | 33,69 | 40,95 | 52,59 | 71,67 |
| JOI/130/002/ÁREA 2 | 130/002 | Canal trapezoidal | 45,21 | 40,69 | 6,66 | 8,62 | 10,42 | 13,29 | 18,04 |
| JOI/131/001/INU/R1/V1 | 131/001 | 2 Galerias retangulares | 69,38 | 62,44 | 81,05 | 105,83 | 128,61 | 165,11 | 224,96 |
| JOI/132/001/ÁREA 1 | 132/001 | | 7,50 | 6,75 | 109,88 | 142,43 | 172,25 | 219,91 | 298,51 |
| JOI/132/001/ÁREA 2 | 132/002 | | 152,10 | 136,89 | 1,94 | 2,53 | 3,07 | 3,94 | 5,36 |
| JOI/132/001/ÁREA 3 | 132/003 | Canal trapezoidal | 153,98 | 138,58 | 1,17 | 1,52 | 1,84 | 2,35 | 3,19 |
| JOI/132/001/ÁREA 4 | 132/004 | | 116,59 | 104,93 | 2,13 | 2,71 | 3,24 | 4,08 | 5,49 |
| JOI/133/001 | 133/01 | Canal trapezoidal | 64,86 | 58,37 | 2,82 | 3,65 | 4,42 | 5,65 | 7,67 |
| JOI/134/001 | 134/001 | Galeria rentangular | 21,73 | 19,56 | 14,03 | 18,17 | 21,96 | 28,02 | 38,02 |
| JOI/135/001 | 135/001 | Canal trapezoidal | 364,46 | 328,01 | 10,44 | 13,44 | 16,18 | 20,54 | 27,78 |
| JOI/136/001/INU/R1/V2 | 136/003 | Canal trapezoidal | 42,88 | 38,60 | 16,42 | 21,06 | 25,30 | 32,05 | 43,28 |
| | 136/002 | Canal trapezoidal | 32,43 | 29,19 | 22,16 | 28,70 | 34,69 | 44,26 | 60,05 |
| | 136/001 | Canal trapezoidal | 46,55 | 41,89 | 22,16 | 28,70 | 34,69 | 44,26 | 60,05 |
| JOI/137/001 2ª ANÁLISE | 137/001 | Canal trapezoidal | 47,76 | 42,98 | 22,16 | 28,70 | 34,69 | 44,26 | 60,05 |
| JOI/138/001/ÁREA 1 | 138/001 | Canal trapezoidal | 16,80 | 15,12 | 8,76 | 11,27 | 13,55 | 17,20 | 23,25 |
| | 138/002 | Canal trapezoidal | 6,86 | 6,18 | 11,15 | 14,55 | 17,66 | 22,66 | 30,86 |
| JOI/139/001 | 139/001-02 | Canal trapezoidal | 18,83 | 16,95 | 11,15 | 14,55 | 17,66 | 22,66 | 30,86 |
| | | | 19,93 | 17,94 | 10,61 | 13,93 | 16,98 | 21,89 | 29,91 |

Tabela 4.2.111-2 - Classificação do potencial para a processos hidrológicos baseado na capacidade de vazão das infraestruturas de drenagem.

| Setor de risco | Seção crítica | Estrutura atual | Vazão máxima | Vazão segura | Vazão de pico a ser comportada (m³/s) | | | | |
|----------------|---------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | da seção | da seção | TR 2 | TR 5 | TR 10 | TR 25 | TR 50 |
| | | | (m³/s) | (m³/s) | ANOS | ANOS | ANOS | ANOS | ANOS |
| | 139/001 | Galeria retangular | 16,50 | 14,85 | 10,61 | 13,93 | 16,98 | 21,89 | 29,91 |
| | 139/001-03 | Galeria retangular | 52,39 | 47,15 | 10,61 | 13,93 | 16,98 | 21,89 | 29,91 |
| JOI/140/001 | 140/001 | Canal retangular aberto | 40,27 | 36,25 | 5,37 | 7,60 | 9,74 | 13,29 | 18,85 |
| JOI/150/002 | 150/001 | Canal trapezoidal | 16,22 | 14,60 | 5,81 | 7,70 | 9,45 | 12,27 | 16,84 |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

4.2.12. ANÁLISE POR BACIAS HIDROGRÁFICAS

Nesse item são apresentados os dados de riscos a processos de inundação por bacia. A **Tabela 4.1.2.12-1** mostra os dados de quantidade de setores, edificações e suas respectivas áreas para cada grau de risco separados por bacia hidrográfica.

Tabela 4.1.2.12-1. Quantidade de edificações por graus de risco hidrológico e por bacia hidrográfica

| Bacia | | Independentes da Ver- tente Leste | Independentes da Ver- tente Sul | Itapocuzinho | Palmital | Rio Cachoeira | Rio Cubatão | Rio Pirai |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------|----------|---------------|-------------|-----------|
| Setores | | 4 | 4 | - | - | 51 | 7 | 33 |
| R1 - Baixo | Quantidade | 3 | 3 | - | - | 41 | 6 | 30 |
| | Área (km²) | 1,06 | 0,66 | - | - | 7,091 | 0,681 | 1,656 |
| | Edificações | 2080 | 1396 | - | - | 11528 | 1104 | 2382 |
| | % | 75 | 75 | - | - | 80,39 | 85,71 | 90,91 |
| R2 - Médio | Quantidade | 1 | 1 | - | - | 9 | 1 | 3 |
| | Área (km²) | 0,156 | 0,221 | - | - | 0,683 | 0,006 | 0,037 |
| | Edificações | 324 | 618 | - | - | 1051 | 14 | 98 |
| | % | 25 | 25 | - | - | 17,65 | 14,29 | 9,09 |
| R3 - Risco Alto | Quantidade | - | - | - | - | 1 | - | - |
| | Área (km²) | - | - | - | - | 0,004 | - | - |
| | Edificações | - | - | - | - | 2 | - | - |
| | % | - | - | - | - | 1,96 | - | - |
| R4 - Risco Muito Alto | Quantidade | - | - | - | - | - | - | - |
| | Área (km²) | - | - | - | - | - | - | - |
| | % | - | - | - | - | - | - | - |

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

5. MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DE RISCO LOCAL

O presente capítulo tem por objetivo apresentar tipologias de soluções aos riscos mapeados, essas medidas ainda serão analisadas frente ao mapeamento e análise dos riscos na próxima etapa do produto, para então ser devidamente organizadas em relatório dedicado à proposição das medidas de gestão dos riscos. Devido ao dinamismo urbano, as medidas aqui propostas, e definidas junto com os estudos quantitativos para a definição dos riscos possuem prazo de validade. Este, entretanto, dificilmente pode ser estipulado, dado que o contexto a ser analisado apresenta variações dentro do município, além da ausência de embasamento legal com tal exigência. Assim, todos estudos de medidas estruturais apresentados devem

ser alvo de estudo específico para elaboração dos projetos, ou ao menos, a verificação das condições observadas e apontadas neste estudo.

Pensando quanto às medidas estruturais, esta variação de validade da obra proposta atrela-se à dinâmica urbana, a qual altera espaços já existentes (criando ou reduzindo riscos) e expande a cidade por meio da criação de novos núcleos urbanos, muitas vezes desordenados. Brevemente, essa dinâmica se faz muito mais ativa e acelerada em:

- a) locais onde houve um representativo e pontual desenvolvimento, como a implantação de grandes empreendimentos, atraindo a população para a região; e/ou
- b) acontecimentos que alteram a economia local, como desastres naturais de escala regional ou eventos como a pandemia de COVID-19, podem gerar interferência no mercado imobiliário e crescimento de assentamentos subnormais em condições precárias.

Deste modo, cabe ao município monitorar acontecimentos vinculados à expansão urbana e surgimento de novos núcleos de ocupação, para balizar a necessidade de atualização das medidas estruturais.

5.1. MEDIDAS ESTRUTURAIS

Segundo a Estratégia Internacional de Redução de Desastres da ONU, medidas estruturais são obras e serviços de engenharia para reduzir ou evitar possíveis impactos de perigos, ou a aplicação de técnicas de engenharia para alcançar a resistência e a resiliência em comunidades, estruturas ou sistemas (UNISDR, 2009).

A partir da identificação das situações de risco e setorização dos graus de risco a processos geológicos nas áreas mapeada, são indicadas alternativas de intervenções para a redução das condições de risco. A seleção dos tipos de intervenções estruturais mais apropriados à solução e/ou minimização das situações de risco tem como objetivo orientar a execução de um conjunto de obras de engenharia e intervenções de cunho urbanístico, a ser desenvolvidas a curto e médio prazo.

Como principais intervenções estruturais a serem propostas para a mitigação e gestão de riscos aos processos geológicos, indica-se:

- a) **Serviços de limpeza e manutenção:** Correspondem aos serviços manuais ou que utilizem maquinário de pequeno porte para a retirada de entulho, lixo, depósitos de aterro e restos vegetais, bem como serviços de recuperação e limpeza, como a desobstrução de sistemas e canais de drenagem, águas servidas, redes de esgoto e vias de acessos existentes. A remoção de bananeiras em trechos de taludes de corte e encostas naturais imediatamente a montante de ocupações de encosta também faz parte dos serviços de limpeza. Tais serviços visam reduzir a possibilidade de ocorrência de escorregamentos, atuando principalmente na retirada de material em situação instável na encosta e na manutenção de estruturas de contenção e drenagem presentes na área;
- b) **Obras de proteção superficial de encostas:** Incluem o plantio de vegetação e colocação de tela argamassada, biomanta, asfalto, entre outros, na superfície dos taludes. A função destas obras é proteger taludes e encostas que apresentam solo exposto. Sugere-se que o sistema de proteção superficial seja integrado ao sistema de drenagem superficial, uma vez que geralmente há a concentração do fluxo d'água nos casos

de proteções impermeabilizantes. Desta forma, a proteção superficial é uma intervenção que mitiga os riscos de erosão, solapamento e escorregamento, aumentando a resistência e impermeabilidade do terreno;

- c) **Desmonte de blocos e matacões:** Pode ser realizado manualmente, por cantaria, ou ainda mediante o uso de argamassas expansivas, utilizando perfuração manual ou mecânica. Estes desmontes devem ser realizados apenas após avaliação geotécnica detalhada e, em alguns casos, podem ser recomendadas obras de estabilização e contenção dos blocos e matacões.
- d) **Obras de drenagem superficial (disciplinamento do escoamento das águas servidas e pluviais):** Podem ser executadas por meio de calhas, canaletas, tubulação, escadas hidráulicas, caixas de transição, de areia etc. Tais obras visam mitigar os riscos de escorregamentos decorrentes pela concentração de águas superficiais nos taludes. A implantação de sistema de drenagem superficial garante a ordenação do fluxo de escoamento, controlando sua energia, evitando a erosão e infiltração no solo, o que, na maioria dos casos, deflagra o processo de escorregamento. Este tipo de intervenção, geralmente, é acompanhado da implantação do sistema de coleta de esgotos, uma vez que em grande parte das áreas de risco há lançamento de águas servidas e esgoto na superfície dos taludes, contribuindo para agravar a o processo geodinâmico.
- e) **Obras de drenagem de subsuperfície:** São obras que visam drenar a água subterrânea para que eventuais surgências não comprometam a estabilidade dos taludes, ou mesmo deflagrem eventos devido a aumento repentino do nível freático. As obras mais comuns desse tipo incluem a colocação de drenos horizontais profundos (DHP), trincheiras drenantes e, como parte de outras obras de contenção, barbacãs;
- f) **Obras de contenções de encostas lineares, de médio a grande porte:** A contenção de encosta pode ser executada por meio de estruturas de contenção do tipo muros de flexão ou de gravidade, cortinas, chumbadores, tirantes etc. A função desses sistemas é aumentar a estabilidade de encostas e amortecer a movimentação de blocos de rocha, mitigando os riscos de escorregamentos, quedas de blocos e demais movimentos de massa;
- g) **Obras de terraplenagem de médio e grande porte:** Correspondem às obras para alterar a geometria do terreno por meio da execução de cortes ou aterros localizados, visando à obtenção de taludes com ângulos de inclinação menores, de forma a aumentar sua estabilidade. Estas obras podem estar combinadas com contenções localizadas, proteções superficiais, bem como integradas com o sistema de drenagem e acesso. Têm como objetivo mitigar o risco de escorregamento em taludes ou margens dos canais;
- h) **Melhorias nos acessos:** Correspondem às obras de melhorias nos acessos, incluindo a implantação de escadarias, calçadas, asfaltamento de ruas etc. Tais melhorias integram-se com o sistema de drenagem superficial e têm como principal objetivo garantir acesso seguro às áreas;
- i) **Remoções de moradias:** Remoções definitivas de moradias são recomendadas quando o nível de risco no qual a área habitada se encontra é muito alto, e a relação custo x benefício para execução de obras estruturais é de ordem superior em relação ao valor da remoção das moradias;
- j) **Proteção superficial contra erosão e estabilização de margens de canais:** As obras nas margens dos canais podem variar desde o plantio de proteção vegetal nos taludes marginais, em casos mais simples, até obras que impliquem na realização de estudos e execução de obras de engenharia adequadas para instalação de gabião,

manta, impermeabilização asfáltica, solo-cimento, argamassa, tela. Estas obras podem ser realizadas, de acordo com as condições locais de acesso e logística, mediante o uso de serviços manuais e/ou utilizando maquinários de pequeno porte a médio;

- k) **Obras de pequeno porte em canais:** Têm como principal característica o predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte, com o intuito de proteger os taludes marginais. Incluem desde a implantação de intervenções e obras de drenagem superficial para disciplinamento do escoamento das águas servidas e pluviais, até a implantação de sistemas de drenagem superficial (canaletas, caixas de transição, escadas d'água, guias/sarjetas, galerias de águas pluviais, bocas de lobo, etc.), realizados de acordo com estudos e projetos de microdrenagem;
- l) **Obras de médio a grande porte em canais:** Têm como principal característica a elaboração de estudos especializados e serviço parcial ou totalmente mecanizado, com o intuito de proteger os taludes marginais. Tais obras compreendem desvios, canalização de córregos e aprofundamento ou alargamento de canais, compatíveis com estudos de macro e microdrenagem, além de obras de proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto etc.), conforme projetos de engenharia.

A implantação de medidas estruturais, visando à mitigação de inundações requerem a realização de estudos prévios de micro e macrodrenagem, além de estudos hidrológicos e hidráulicos específicos, a fim de possibilitar um melhor entendimento da extensão dos processos geodinâmicos atuantes, bem como permitir uma indicação de obras mais assertiva e, por consequência, com melhores estimativas de valores para os custos dessas intervenções.

No entanto, em caráter de orientação para estudos futuros, são indicadas algumas intervenções para mitigação dos trechos mapeados:

- a) **Serviços de limpeza e manutenção:** Incluem serviços periódicos, manuais e/ou com auxílio de maquinários de pequeno porte, para a retirada de lixo, entulho, sedimentos e desobstrução dos sistemas de drenagem superficial, redes de esgoto, vias de acesso e de canais de drenagem. Tais serviços visam aumentar a capacidade de escoamento dos sistemas de drenagem superficial e diminuir o assoreamento dos canais;
- b) **Restauração dos canais:** Trata-se da recuperação do leito maior das drenagens. Envolve a proteção superficial das margens, por meio da recuperação, recomposição e proteção da cobertura vegetal, aumentando a infiltração e capacidade de retenção e, conseqüente diminuição do escoamento de águas pluviais. Inclui também a execução de obras de contenção do talude marginal com gabiões, solo-cimento ou impermeabilizações, visando aumentar sua estabilidade e evitar o assoreamento. Envolve ainda, a recuperação da morfologia natural e da rugosidade dos canais, visando a manutenção da vazão;
- c) **Intervenções e obras para redução e controle de vazão:** Visam evitar a ocorrência de inundações à jusante, por meio de intervenções diretas sobre o canal. Assim, são realizadas intervenções à montante, que resultam no extravasamento do canal em porções não ocupadas, ou seja, não expostas a riscos. As obras podem envolver a recuperação da morfologia natural do canal, por meio da restauração de meandros, ou alterações no trajeto do canal, por meio de desvios no curso para amortecimento de volume;
- d) **Intervenções e obras para aumento de vazão:** Visam evitar inundações à montante. As obras envolvem intervenções diretas no canal, incluindo redução da rugosidade do leito, aprofundamento e redimensionamento da calha, bem como, modificações na morfologia do canal, como a diminuição da sinuosidade. Além de medidas de recomposição do canal, a fim de evitar o assoreamento;

- e) **Barreiras físicas:** As barreiras físicas, por exemplo, os diques, são estruturas de concreto ou de solo dispostas a uma determinada distância das drenagens, visando reduzir a possibilidade de atingimento das inundações em determinados trechos;
- f) **Canalizações:** Correspondem às alterações na morfologia das drenagens por meio da retificação do canal, além da redução da rugosidade da calha, fatores que resultam no aumento de velocidade do fluxo;
- g) **Bacias de retenção:** Correspondem às estruturas implantadas em nível altimétrico inferior (depressões) visando reter as águas pluviais excedentes provenientes de índices pluviométricos elevados, diminuindo assim o volume do canal principal, evitando seu extravasamento. A retenção é realizada até a diminuição do nível d'água no canal principal. Desta forma, a vazão é escoada de forma controlada;
- h) **Parques Alagáveis:** São espaços responsáveis pela captação e retenção de águas superficiais, com intuito de evitar o atingimento de outras áreas, principalmente na vazão de pico, devido a altos índices pluviométricos acumulados. Estas áreas favorecem a infiltração, e contribuem para diminuição da velocidade do fluxo;
- i) **Medidas de controle de drenagem superficial:** Trata-se do manejo adequado de águas pluviais e servidas por meio da instalação e/ou redimensionamento das estruturas de captação e direcionamento. Podem envolver ainda sistemas de armazenamento de águas pluviais pelo sistema de drenagem superficial, reduzindo o aporte à drenagem receptora, diminuindo a vazão de pico. Além de medidas de melhoria da infiltração, visando a diminuição do escoamento e, conseqüente diminuição no aporte às drenagens, por meio da implementação de solos permeáveis, trincheiras de infiltração e jardins de chuva.

5.2. MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

Neste trabalho adotou-se a definição de medidas não estruturais da UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction, a qual define como ações que não empregam construções físicas, que aplicam o conhecimento, as práticas e os acordos existentes para reduzir o risco e seus impactos, especialmente através de leis e políticas, de conscientização pública, de capacitação e de educação (UNISDR, 2009).

Além disso, o “Manual para Apresentação de Propostas” do Ministério das Cidades (BRASIL, 2010) define como diretriz do PMRR, o estímulo à implantação de medidas não-estruturais de gerenciamento de risco, como o monitoramento e controle das áreas de risco, a mobilização das comunidades, preparação para situações de emergência, informar e conscientizar a comunidade e integrar a defesa civil às demais políticas e secretarias municipais.

Em 2015, com base nas lições aprendidas com o Marco de Ação de Hyogo (2005-2015) e reconhecendo a necessidade de uma ação mais ambiciosa e integrada para reduzir o risco de desastres, foi realizado o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015-2030 como novo acordo global que visa reduzir substancialmente as mortes, os deslocamentos e as perdas econômicas causadas por desastres até 2030, e o **Quadro 2.2- 2** apresenta as prioridades e ações principais desse marco.

Quadro 2.2-2. Prioridades e ações principais do Marco de Sendai para a redução de desastres

| Prioridades (Eixos de gestão) | Ações principais |
|---|--|
| 1. Compreender o risco de desastres: | <p>Melhorar a governança de risco de desastres: Isso inclui fortalecer as instituições nacionais e locais de gestão de desastres, aumentar a participação da comunidade na tomada de decisões e investir em pesquisa e ciência do risco de desastres.</p> <p>Avaliar e priorizar os riscos de desastres: Isso envolve a identificação, análise e mapeamento dos riscos de desastres em todos os níveis, desde o local até o global.</p> <p>Aumentar a conscientização e o conhecimento do risco de desastres: Isso significa educar as pessoas sobre os riscos de desastres e como se preparar para eles.</p> |
| 2. Fortalecer a governança de risco de desastres: | <p>Criar políticas e leis nacionais de risco de desastres: Essas políticas e leis devem estar alinhadas com o Marco de Sendai e com outros instrumentos internacionais relevantes.</p> <p>Implementar estratégias e planos nacionais de risco de desastres: Esses planos devem ser específicos para o contexto de cada país e devem incluir metas mensuráveis e prazos.</p> <p>Fortalecer a capacidade institucional para a gestão de risco de desastres: Isso inclui garantir que as instituições nacionais e locais de gestão de desastres tenham os recursos e a expertise necessários para cumprir seus mandatos.</p> |
| 3. Investir na redução do risco para a resiliência: | <p>Reduzir a exposição a desastres: Isso pode ser feito por meio de medidas como o planejamento urbano e territorial, a construção resistente a desastres e a proteção de infraestrutura crítica.</p> <p>Gerenciar o risco de desastres em todos os setores: Isso significa integrar a redução do risco de desastres em todos os setores da sociedade, incluindo agricultura, saúde, educação e finanças.</p> <p>Investir em medidas de adaptação às mudanças climáticas: As mudanças climáticas estão aumentando o risco de desastres em todo o mundo, portanto, é importante investir em medidas que ajudem as comunidades a se adaptarem aos seus impactos.</p> |
| 4. Melhorar a preparação para desastres: | <p>Desenvolver sistemas de alerta precoce eficazes: Isso inclui sistemas para detectar e alertar as pessoas sobre perigos iminentes.</p> <p>Fortalecer a capacidade de resposta a desastres: Isso significa garantir que as autoridades tenham os recursos e a expertise necessários para responder a desastres de forma eficaz.</p> <p>Promover a recuperação e reconstrução pós-desastre: Isso inclui ajudar as comunidades a se recuperarem de desastres e reconstruírem suas vidas de forma mais resiliente.</p> |

Fonte: Modificado pelo Consórcio, de ISDR (https://www.unisdr.org/files/51557_unisdrstrategicframework20162021pri.pdf)

Coerente com tais prioridades, mas voltados a uma gestão de riscos mais local (enquanto o Marco de Sendai procura apresentar diretrizes nacionais), Bongiovanni *et al.* (2016) organizam essas concepções de gestão de riscos de desastres, e sugerem a adoção de quatro eixos de gestão voltados a um estudo e aplicação de mapeamentos de municípios para risco e vulnerabilidade a desastres, com seus subeixos apresentados no **Quadro 2.2-3**.

Quadro 2.2-3. Eixos e subeixos de concepção de gestão de risco a desastres naturais.

| Eixos de Gestão | Atividades |
|--------------------------|---|
| 1. Conhecimento do Risco | Identificação e caracterização do risco |
| | Análise do risco |
| | Monitoramento do risco |
| | Comunicação do risco |
| 2. Manejo do Risco | Intervenção corretiva ou mitigação dos riscos |
| | Intervenção prospectiva ou antecipação aos riscos |
| | Proteção financeira ou transferência dos riscos |
| 3. Manejo do Desastre | Preparação e execução da resposta |
| | Preparação e execução da recuperação |

Quadro 2.2-3. Eixos e subeixos de concepção de gestão de risco a desastres naturais.

| Eixos de Gestão | Atividades |
|--------------------------------|--|
| 4. Arranjo Institucional Legal | Articulação intersetorial (público, privado e sociedade civil) |
| | Arcabouço legal |

Fonte: Bongiovanni *et al.* (2016).

A seguir são definidos cada um destes conjuntos de medidas não-estruturais:

- **Medidas não-estruturais de conhecimento do risco:**

São medidas que correspondem ao diagnóstico do risco, condição imprescindível para elaborar uma estratégia de gestão. Tais medidas possibilitam a identificação do risco, seus fatores condicionantes, sua distribuição espacial e magnitude. Essas informações devem ser atualizadas, considerando a dinâmica da ocupação urbana, a evolução natural dos processos envolvidos e as intervenções para recuperação das áreas de risco, uma vez que os cenários observados e descritos neste PMGRD são de caráter dinâmico, e os diagnósticos apresentam um certo prazo de validade.

- **Medidas não-estruturais de manejo dos riscos:**

São medidas de prevenção nas áreas que apresentam cenários de risco mais críticos, envolvendo planejamento urbano, programas habitacionais, legislação municipal etc., bem como considerando as avaliações de custo/benefício para as ações passíveis de serem implantadas. Incluem-se também propostas relativas à capacitação, organização e parceria com as comunidades expostas a risco.

- **Medidas não-estruturais de manejo do desastre:**

Desastres naturais podem acontecer mesmo que diversas ações estruturais e não-estruturais de prevenção sejam executadas. Assim, estas medidas não-estruturais servem para poder enfrentar condições potencialmente adversas, devendo ser planejadas com antecedência ações logísticas para o atendimento das emergências. Tais ações incluem, por exemplo, a determinação de como uma população em área de risco deve ser preventivamente evacuada ou protegida quando o risco é muito alto. Neste sentido, são elaborados Planos Preventivos e de Contingência, nos quais há orientações para evacuação e rotas de fuga, bem como para a organização de sistemas de abrigo temporário, de estoque estratégico de suprimentos de 1ª necessidade e de um sistema eficaz de atendimento à população na eventualidade de desastres.

- **Medidas não-estruturais de arranjo institucional:**

São medidas voltadas para promover a informação pública e a capacitação, tanto para os agentes públicos municipais quanto para os moradores dos assentamentos sujeitos a riscos. Tais medidas são uma estratégia de grande efeito na gestão de riscos, pois a cultura de prevenção é o melhor instrumento para reduzir os desastres e a educação é o sistema que melhor responde às mudanças de comportamento. Desse modo a educação formal, em todos os níveis de ensino, e não-formal, devem ser enriquecidas com a inclusão de conhecimentos, experiências locais e soluções pragmáticas com o intuito de serem colocadas em prática pela própria população, como exercícios simulados de situações de desastres, para que a população tenha melhor assimilação do planejamento elaborado para resposta e recuperação e de qual deverá ser o papel de cada um dos atores envolvidos.

E crucial, é o arranjo institucional que visa dar o suporte legal para a atuação do sistema de proteção e defesa civil. Arranjos de Leis, normas, diretrizes e ações que permitam uma atuação da defesa e proteção civil, elegendo responsáveis e atores para a execução das atividades necessárias à gestão dos riscos e dos desastres.

Com isso, a gestão de risco pode ser entendida de maneira sistêmica e escalar, onde há atuação conjunta de atores, em diferentes e complementares funções, variando conforme o tipo de risco ou desastre, e do tamanho e local de abrangência.

Um dos entendimentos cruciais estabelecido no Marco de Sendai destaca que existe um aumento mais acelerado da exposição de pessoas e ativos a desastres naturais do que da redução da vulnerabilidade, fazendo com que haja um crescimento dos riscos e de perdas sociais, econômicas, ambientais, entre outras (UNISDR, 2022), sendo as perdas mais expressivas em países em desenvolvimento, como o caso do Brasil. O documento também destaca que investimentos em ações de gestão têm custos com maior eficiência no quesito de prevenção às perdas futuras. Essas ações devem focar em:

- Monitoramento, avaliação e compreensão dos riscos, com a respectiva divulgação de tais informações;
- Estruturação do fortalecimento da governança de risco por meio da interação de instituições e setores relevantes;
- Aumento de investimentos na resiliência econômica, social, ambiental, entre outras, por meio de tecnologias e pesquisas; e
- Investimento em sistemas de alertas e alarmes para diversos perigos;

Assim, o importante papel desse PMGRD é estabelecer medidas não-estruturais de redução de riscos como ações complementares às obras civis, que ajudem a mitigar os riscos associados a deslizamentos (medidas não-estruturais geralmente incluem planejamento e medidas institucionais, programas de educação e conscientização e opções de preparação e resposta, por exemplo, sistemas de resposta, sistemas de alerta, planos de contingência e emergência):

- Formulação de um Plano de contingência, para mitigar os riscos nas comunidades envolvidas, tanto nas moradias quanto em equipamentos urbanos;
- Formulação de um relatório de recomendações para um plano de reassentamento de populações em área de risco e de calamidade, sem perspectivas de implantação de obras. Este plano deve ser elaborado em conjunto com a secretaria de habitação;
- Ações de estimulação de regularização fundiária, como forma de promover a prevenção de riscos de desastres a partir do pertencimento da população;
- Elaboração de Plano de Conscientização da População sobre os Riscos e como agir nas ocasiões.

Além das medidas estruturais apresentadas nos itens acima baseada no manual de propostas do Ministério das Cidades (2010) e diretrizes do UNISDR, destaca-se que a ETAPA de proposições de medidas ainda deverá incluir outras abordagens, principalmente nas medidas de gestão, que não tenha o objetivo direto de erradicação do perigo, como as medidas que visam a redução da vulnerabilidade. Dentre as quais, destacam-se:

- Outra preocupação dos mapeamentos realizados foi a definição de um índice de vulnerabilidade, tanto para as análises de risco de detalhe deste relatório, quanto nos mapeamentos de riscos em escala 1:10.000, apontada as vulnerabilidades, e os locais em que reduzido a vulnerabilidade, as condições de aceitabilidade aos riscos possam ser melhorados;
- Outra frente destacada é identificar obras e redes públicas que cabem uma Adaptação para permitir uma melhor gestão dos riscos, sejam na mitigação dos perigos, seja na redução da vulnerabilidade, ou ainda que ao menos permita um aumento da resiliência;
- A exemplo de algumas localidades, em que a convivência com o risco é a alternativa mais plausível, programas de estabelecimento de rotas de fugas, locais seguros, e a comunicação e implantação de painéis informativos e marcos de cotas de inundação e cotas seguras, entre outras medidas de suporte, alerta, monitoramento e comunicação sobre os riscos instalados; e
- E ainda algumas medidas que se referem indiretamente ao perigo, visando não agravar a Ocorrência de Inundação, baseada nas análises da componente dos estudos de vazão, entendendo se a bacia de contribuição de uma área de inundação admite melhorias e ajustes no uso da terra que permita uma melhor gestão, como programas de arborização, instalação de reservatórios de retenção temporária em empreendimentos de maior porte, adoção de jardins de chuva entre outras técnicas de drenagem pluvial.

6. EQUIPE TÉCNICA

| Profissional | Formação | Conselho de Classe |
|--------------------------------|---|---------------------------|
| Fernando Machado Alves | Geólogo, MSc. | CREA/SP 5062119280 |
| Adalberto Aurélio Azevedo | Geólogo, Dr. | CREA/SP 0600849139 |
| Mariana Guarnier Fagundes | Geógrafa, MSc. | CREA/SP 5062821457 |
| Leonardo Mitre Alvim de Castro | Engenheiro Civil, Dr. | CREA/MG 70992/D |
| Ronaldo Malheiros Figueira | Geólogo, MSc. | CREA/SP 0601882960 |
| Pedro Machado Simões | Geólogo | CREA/SP 5060927396 |
| Oswaldo Yujiro Iwasa | Geólogo | CREA/SP 0600518079 |
| Ledice Kesiane Pestana Moraes | Engenheira ambiental e de segurança do Trabalho | CREA/SP 5071122845 |
| Camila Bertaglia Carou | Geógrafa, MSc. | CREA/SP 5070223575 |
| Guilherme Nunes Fernandez | Geólogo, MSc | CREA/SP 5069082361 |
| Diego Hiroshi Tanikawa | Geógrafo | CREA/SP 5071089964 |
| Carina de Carvalho Farias | Geógrafa | CREA/SP 5071065848 |
| Taynã Galeano de Souza | Geólogo | CREA/SP 5071157993 |

| Profissional | Formação | Conselho de Classe |
|----------------------------------|------------------|---------------------|
| Poliana Vanderlinde | Engenheira Civil | CREA/SC 211445-8 |
| Cleilson Lopes de Oliveira Gama | Geólogo | CREA/SP 5070781459 |
| Mikhael Guardia Borghieri | Geólogo | CREA/SP 5070601103 |
| João Paulo de Souza Bueno | Geólogo | CREA/SP 5071175371 |
| Mario Rubens Gomes Santos | Geólogo | CREA/SP 5070628553 |
| Laine Melo de Carvalho | Geóloga | CREA/SP 5071359325 |
| Karina da Silva Lima | Geógrafa | CREA/SP 5070953341 |
| Francesco Barale | Geólogo | CREA/SP 5071205568 |
| Ricardo Augusto Voigtel Oliveira | Engenheiro Civil | CREA/SP 44193531805 |

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, 2019.

AUGUSTO FILHO, O. Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilha Bela, SP. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – SP, p.162, 1992.

BRASIL, 2007. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Brasília-DF, 21 de setembro de 2010.

CAPUTO, H. P. Mecânica dos Solos e suas Aplicações - Vol. 1. 6ª edição. Editora LTC. Rio de Janeiro, RJ. 231p. 1988.

CLIMATE-DATA. **Clima de Joinville - SC** Disponível em < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/joinville-4496/> > Acesso em 18/12/2023.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2007. **Levantamento da geodiversidade: projeto atlas pluviométrico do Brasil: isoietas anuais médias: período 1977 a 2006**. Escala 1:5.000.000. 2011. Disponível em: < <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22220> > Acesso em 18/12/2023.

FIORI, A. P., CARMIGNANI, L., 2009. Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicação na estabilidade de taludes. – 2 ed. – Curitiba: Ed. UFPR. 604p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2023. "Manual do usuário aplicativo on-line IBGE-PPP Versão: Junho 2023". Editor: Coordenação de Geodésia - Diretoria de Geociências. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101677.pdf>, acesso em março de 2024.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: município de Joinville - SC**. Rio de Janeiro, 2015. 1 mapa, colorido. Escala 1:50.000. < Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15138> > Acesso em 18/12/2023.

PRADO, A. & KRUEGER, C.P., 2003 – Análise da acurácia nos posicionamentos diferenciais aplicando as técnicas DGPS e RTK. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, v. 55, n. 1, p. 29-38.

JOINVILLE, Prefeitura. Joinville: Primeiros Habitantes. Itajaí: Casa Aberta Editora, 2010.

SGB – Serviço Geológico do Brasil. **Setorização de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Joinville, Santa Catarina**. Autores: BELLETTINI, Ângela da Silva; PEIXOTO, Carlos Augusto Brasil; LAMBERTY, Débora; MENDONÇA, Renato Ribeiro. Relatório Técnico, Nov. 2018.

SBG (Serviço Geológico do Brasil), 2021. **Mapeamento geológico e hidrogeológico do município de Joinville - SC, produtos 1 ao 8**. Porto Alegre-RS, 2021. 5 mapas, coloridos. Escala 1:50.000. Disponível em: < <https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/mapeamento-geologico-e-hidrogeologico-do-municipio-de-joinville/> > Acesso em 18/12/2023.

TERZAGHI, K.; PECK, R. B.; MESRI, G. **Soil Mechanics in Engineering Practice**. 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY. 529p. 1996.

UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction), 2009. Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030. Disponível em < [43291_63575sendaiframeworkportunofficialf\[1\].pdf](#) (unisdr.org) >.

ANEXOS