



Desenvolvimento e apoio a ações para a redução de risco de inundações

Organização e Desenvolvimento:



UDESC

Universidade do Estado de Santa Catarina

Centro de Ciências Tecnológicas



LaCiQ

Laboratório de Ciências das Águas - UDESC

Laboratório de Ciências das Águas

Equipe:

PROF. DR. LEONARDO ROMERO MONTEIRO (COORDENADOR)

DRA. FRANCIELE MARIA VANELLI

LARISSA DE SOUSA WAICZYK

Apoio:



ACIRNE



Cahdam
Volta Grande

ZIPPERER
CONTABILIDADE

SOLIDÀ

MONTEIRO, L. R.; VANELLI, F. M.; WAICZYK, L. S.

Desenvolvimento e apoio a ações para a redução de risco de inundações - Joinville, 2024.

92 p.

Leonardo Romero Monteiro

Relatório Técnico - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Laboratório de Ciências das Águas - LACIA, Joinville, 2024.

1. Mapeamento de risco. 2. Inundação. 3. Mitigação. 4. Vulnerabilidade. 5. Rio Negrinho. I. Monteiro, L. R. II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Laboratório de Ciências das Águas - LACIA. III. Mapeamento de risco da área urbana de Rio Negrinho e avaliação de ações prioritárias.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Local onde foram realizadas as medições de vazão.	11
Figura 2 – Equipamento para medição de vazão: <i>Acoustic Doppler Current Profiler - (ADCP)</i>	11
Figura 3 – Medição de vazão na seção de interesse utilizando o ADCP.	12
Figura 4 – Réguas limnimétricas do SAMAЕ medindo a altura da lâmina d'água no dia 04 de novembro de 2023.	13
Figura 5 – Centro do município de Rio Negrinho afetado pela inundação, com destaque para a Igreja Matriz Santo Antônio de Padua. Registro fotográfico em 04 de novembro de 2023.	13
Figura 6 – Localização das estações de monitoramento hidrológico usadas como apoio e/ou regionalização e o local de captação de água do SAMAЕ onde ocorreram medições de vazão.	15
Figura 7 – Curva-chave para a seção transversal do rio Negrinho no local de captação de água do SAMAЕ.	17
Figura 8 – Página inicial do WebGIS.	21
Figura 9 – Comandos do WebGIS: 1 - Zoom para aumentar ou diminuir a visualização; 2 - Personalização do estilo de mapa que aparece como plano de fundo; 3 - Caixas de seleção para a visualização das manchas de inundação; 4 - Legenda das manchas de inundação.	22
Figura 10 – Exemplo de visualização do cenário correspondente ao cenário de inundação A, cuja cota no SAMAЕ corresponde a 6,60 m e remanso forte.	23
Figura 11 – Opções de visualização de plano de fundo do WebGIS.	24
Figura 12 – Exemplo de informações obtidas ao clicador com o botão esquerdo do mouse sobre um local de interesse.	24
Figura 13 – Demonstração de visualização do mapa de perigo a inundação pelo WebGIS.	26

Figura 14 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 5 anos e diferentes cenários de remanso.	30
Figura 15 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 10 anos e diferentes cenários de remanso.	30
Figura 16 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 20 anos e diferentes cenários de remanso.	31
Figura 17 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 50 anos e diferentes cenários de remanso.	31
Figura 18 – Confluência do rio Negrinho com o rio Negro.	36
Figura 19 – Confluência do rio Negrinho com o rio Negro com a galeria.	37
Figura 20 – Área de modelagem utilizada no programa HEC-RAS.	38
Figura 21 – Comparação do mapa de inundação com e sem a galeria para o Cenário C2 - Apenas com chuva na bacia do rio Negrinho.	40
Figura 22 – Comparação do mapa de inundação com e sem a galeria para o Cenário C3 - Apenas com chuva a montante da confluência entre rio Negro e rio Negrinho.	40
Figura 23 – Comparação do mapa de inundação com e sem a galeria para o Cenário C4 - Chuva em todas as regiões.	41
Figura 24 – Comparação das velocidades entre os Cenários C3, C3G, C4 e C4G na confluência do rio Negro com o rio Negrinho.	42
Figura 25 – Indicações de instalação e uso do aplicativo Windy.	48
Figura 26 – Visualização de 10 mm de chuva representa um volume de chuva equivalente a 10 litros de água a cada 1 m ² de área.	49
Figura 27 – Mapa das áreas sujeitas a inundação em diferentes cenários e sugestão de ruas apontadas com setas em amarelo.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados utilizados para a elaboração da curva-chave	16
Tabela 2 – Relação dos cenários simulados com diferentes Tempos de retorno e sem remanso.	25
Tabela 3 – Relação dos cenários simulados com diferentes Tempos de retorno e remanso médio.	25
Tabela 4 – Relação dos cenários simulados com diferentes Tempos de retorno e remanso forte.	25
Tabela 5 – Simulações realizadas para teste.	39
Tabela 6 – Resultados e comparações dos cenários simulados.	39

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO GERAL	8
1.1	INTRODUÇÃO	8
1.2	OBJETIVOS	9
2	CURVA-CHAVE	10
2.1	METODOLOGIA	10
2.2	MEDIDA EM CAMPO	12
2.3	DADOS REGIONALIZADOS	14
2.4	RELAÇÃO VAZÃO E PROFUNDIDADE	16
2.5	ATUALIZAÇÃO DA CURVA-CHAVE	17
3	WEBGIS	20
3.1	METODOLOGIA	20
3.2	EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO	21
4	PLANO DE CONTINGÊNCIA INDIVIDUAL PARA O COMÉRCIO . .	27
4.1	METODOLOGIA	28
4.2	RESULTADOS	32
4.3	GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES E APERFEIÇOAMENTO DOS PROCEDIMENTOS	34
5	AVALIAÇÃO DO IMPACTO NA INUNDAÇÃO CONSIDERANDO AL- TERAÇÃO NA CONFLUÊNCIA ENTRE RIO NEGRINHO E RIO NEGRO	36
5.1	METODOLOGIA	37
5.2	RESULTADOS	39
5.3	CONCLUSÃO	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6.1	MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO DO CEMADEN	44
6.2	REBAIXAMENTO DA RÉGUA DO SAMAE	45
6.3	DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA REGISTRO DE INUNDA- ÇÕES	45

6.4	VISUALIZAÇÃO DE DADOS CLIMÁTICOS POR MEIO DO APLICA-	
	TIVO WINDY	47
6.5	DESENVOLVIMENTO DAS ROTAS SEGURAS DE INUNDAÇÃO . .	49
6.6	APOIO DE INSTALAÇÕES FÍSICAS AOS COMERCIANTES	50
	APÊNDICE A – DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DO	
	PLANO DE CONTINGÊNCIA INDIVIDUAL PARA	
	O COMÉRCIO A INUNDAÇÃO	52
	APÊNDICE B – CARTILHA DE MEDIDAS PREVENTIVAS A INUN-	
	DAÇÃO PARA EDIFICAÇÕES NOVAS E EXISTEN-	
	TES	66
	REFERÊNCIAS	91

1 APRESENTAÇÃO GERAL

1.1 INTRODUÇÃO

O município de Rio Negrinho tem registrado desastres associados a eventos de inundação ao longo dos anos (BRASIL, 2023), com destaque às inundações de 1983, 1992 e 2014 que causaram severos danos humanos e materiais. Nos anos mais recentes, nota-se o registro na plataforma Nacional S2iD (Sistema Integrado de Informações sobre Desastres) de desastres classificados como o subtipo "Chuvas intensas", cujo volume acumulado das precipitações causa múltiplos desastres, tais como inundações e movimentos de massa. Assim, é importante destacar que eventos extremos sem precedentes (de máxima ou mínima) devem ocorrer com maior frequência em decorrência de mudanças climáticas e de modificações aceleradas no uso e ocupação do solo (Chagas; Chaffe; BlÖschl, 2022; Brêda, 2020). Portanto, são necessárias estratégias de gestão de riscos e de desastres para minimizar os impactos e lidar com os efeitos sequenciais.

O projeto desenvolvido por MONTEIRO, VANELLI e DUARTE (2023) resultou em propostas de ações prioritárias não-estruturais para redução do risco a inundações e mitigação dos impactos decorrentes das inundações na área urbana do município de Rio Negrinho. Nesse sentido, tendo em vista que o fenômeno natural perigoso irá ocorrer novamente, é necessário tornar a sociedade mais preparada e resiliente às inundações. O presente projeto pretende apoiar a população e as instituições responsáveis pela Proteção e Defesa Civil do Município de Rio Negrinho a aprimorar as estratégias de gestão de riscos e desastres com enfoque em inundações por meio do desenvolvimento de algumas das ações prioritárias.

O presente projeto foi desenvolvido pelo Laboratório de Ciências das Águas (LaCiA), Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) com o apoio da Associação Empresarial de Rio Negrinho (ACIRNE), das empresas Zipperer Contabilidade, Solida Brasil Madeiras e Cahdam Volta Grande.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do projeto é apoiar o desenvolvimento de ações prioritárias não-estruturais para redução do risco a inundações elencadas no trabalho realizado pela equipe do Laboratório de Ciências das Águas intitulado “Mapeamento de Risco a Inundação da Área Urbana de Rio Negrinho e Avaliação de Ações Prioritárias” (MONTEIRO; VANELLI; DUARTE, 2023). Para isso, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Apoiar a medição de vazão na seção transversal do rio Negrinho, onde é realizada a captação do SAMAE, e auxiliar na elaboração da curva-chave;
- Criar produto para auxiliar a visualização das áreas inundáveis na área urbana do município de Rio Negrinho;
- Apoiar no desenvolvimento de planos de autoproteção com enfoque ao comércio de Rio Negrinho;
- Avaliar o impacto nos eventos de inundação considerando uma alteração na confluência entre rio Negrinho e rio Negro.

2 CURVA-CHAVE

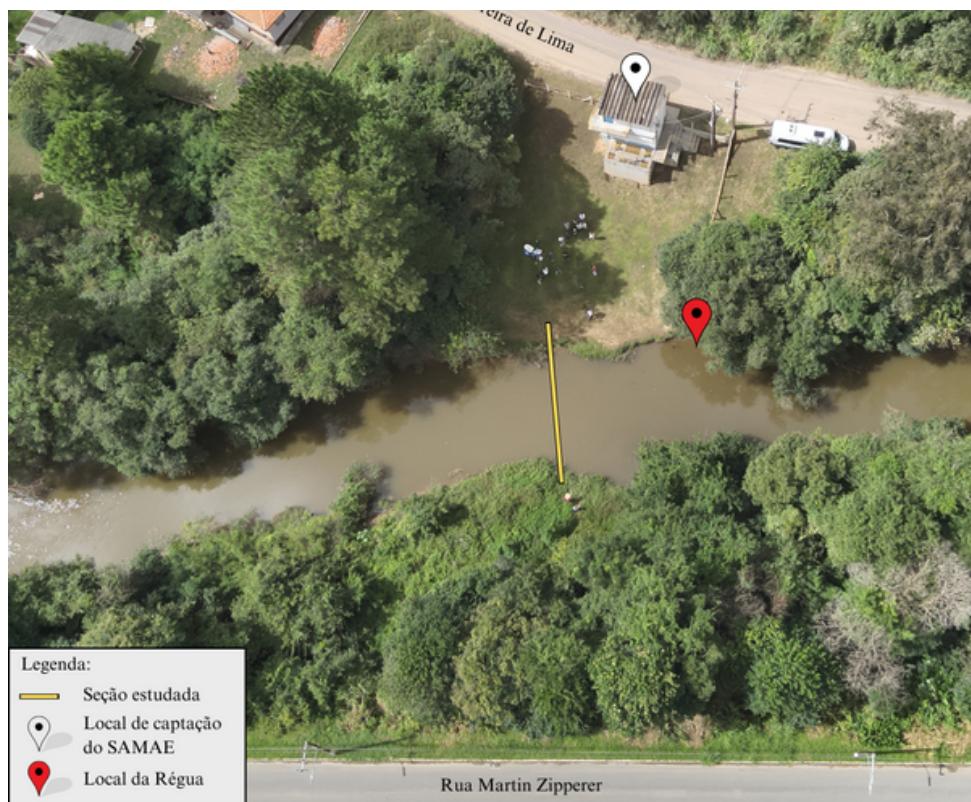
A medição direta de vazão é um procedimento de elevado custo, demorado e pode ser perigoso em situações de cheia. Assim, a estimativa da vazão pode ser realizada a partir da relação cota-vazão, também conhecida como curva-chave. Esse método indireto correlaciona dados de nível de água e de vazão medidos em campo. Para estimar os valores de vazão a partir de uma curva-chave já existente, deve-se realizar a leitura do nível de água na respectiva seção do rio com o auxílio de réguas limnimétricas e inserir esse dado na equação definida previamente.

No município de Rio Negrinho, diante de eventos de inundação, as réguas limnimétricas do Serviço Autônomo Municipal de Saneamento Básico de Rio Negrinho (SAMAЕ) são utilizadas para comunicar à população sobre o acréscimo ou decréscimo do nível da água, conforme observado em eventos passados. Além disso, entende-se a relevância desse ponto de monitoramento para o município, pois as réguas limnimétricas são monitoradas por câmera com transmissão em tempo real por meio digital. Portanto, existe a necessidade de medições periódicas de vazão nessa seção do rio, visando à criação de uma curva-chave.

2.1 METODOLOGIA

Inicialmente, é necessário escolher uma seção do rio Negrinho com régua limnimétrica instalada. Assim, o local selecionado foi o trecho do rio onde ocorre a captação de água para abastecimento público pelo SAMAЕ, conforme apresentado na figura 1. Para o desenvolvimento da curva-chave, foram realizadas saídas a campo para medição da vazão no rio Negrinho e da leitura do nível de água (cota) na régua limnimétrica.

Figura 1 – Local onde foram realizadas as medições de vazão.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a medição da vazão, utilizou-se o aparelho *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP), ilustrado nas figuras 2 e 3. Este equipamento funciona por meio da propagação de ondas sonoras, e obtém a seção transversal do rio e a velocidade do escoamento, resultando na vazão. Foram realizadas seis campanhas de medição nessa seção transversal do rio Negrinho, entre o dia 04 de novembro de 2023 e 05 de outubro de 2024. Dessa forma, com as vazões mensuradas e as leituras dos níveis da água nas réguas limnimétricas do SAMAE, foi estabelecida a correlação entre os dados para elaboração da curva-chave.

Figura 2 – Equipamento para medição de vazão: *Acoustic Doppler Current Profiler* - (ADCP).



Figura 3 – Medição de vazão na seção de interesse utilizando o ADCP.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Devido à necessidade de mais dados para a elaboração de uma curva-chave com uma faixa de valores mais abrangente, optou-se pela inclusão de dados regionalizados, além dos dados mensurados em campo. Essa prática é comum em estudos hidrológicos onde os dados são escassos ou inexistentes (Tucci, 2017). Essa técnica consiste no uso de dados provenientes de outras estações de monitoramento para complementar o conjunto de dados do local de estudo. Nesse caso, utilizou-se os dados da estação fluviométrica código 65093000 operada pelo Instituto Água e Terra (IAT) e disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e da estação telemétrica com dados de precipitação e de nível da água operada e de responsabilidade do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), localizada na Ponte do Ipiranga.

2.2 MEDIÇÃO EM CAMPO

Foram realizadas seis medições na seção transversal do rio, que por ser onde ocorre a captação de água para abastecimento público, foi denominada de SAMAE. As expedições foram realizadas em diferentes períodos do ano visando coletar dados de

vazão e de nível da água representativos do comportamento do rio. A primeira medição ocorreu no dia 04 de novembro de 2023, em um cenário peculiar, pois a cidade estava enfrentando o quinto evento de inundação em um mês (4 e 5). Esse evento extremo possibilitou a identificação de diversas áreas inundadas, além da realização de duas medições de altas vazões utilizando o equipamento ADCP.

Figura 4 – Régua limnimétrica do SAMAE medindo a altura da lâmina d’água no dia 04 de novembro de 2023.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 5 – Centro do município de Rio Negrinho afetado pela inundação, com destaque para a Igreja Matriz Santo Antônio de Padua. Registro fotográfico em 04 de novembro de 2023.



Fonte: Os autores (2024).

As medições subsequentes foram realizadas em 14 de dezembro de 2023, 09 de fevereiro de 2024, 22 de março de 2024, 10 de julho de 2024 e 05 de outubro de 2024. Nessas ocasiões, o rio apresentava escoamento normal, permitindo a obtenção

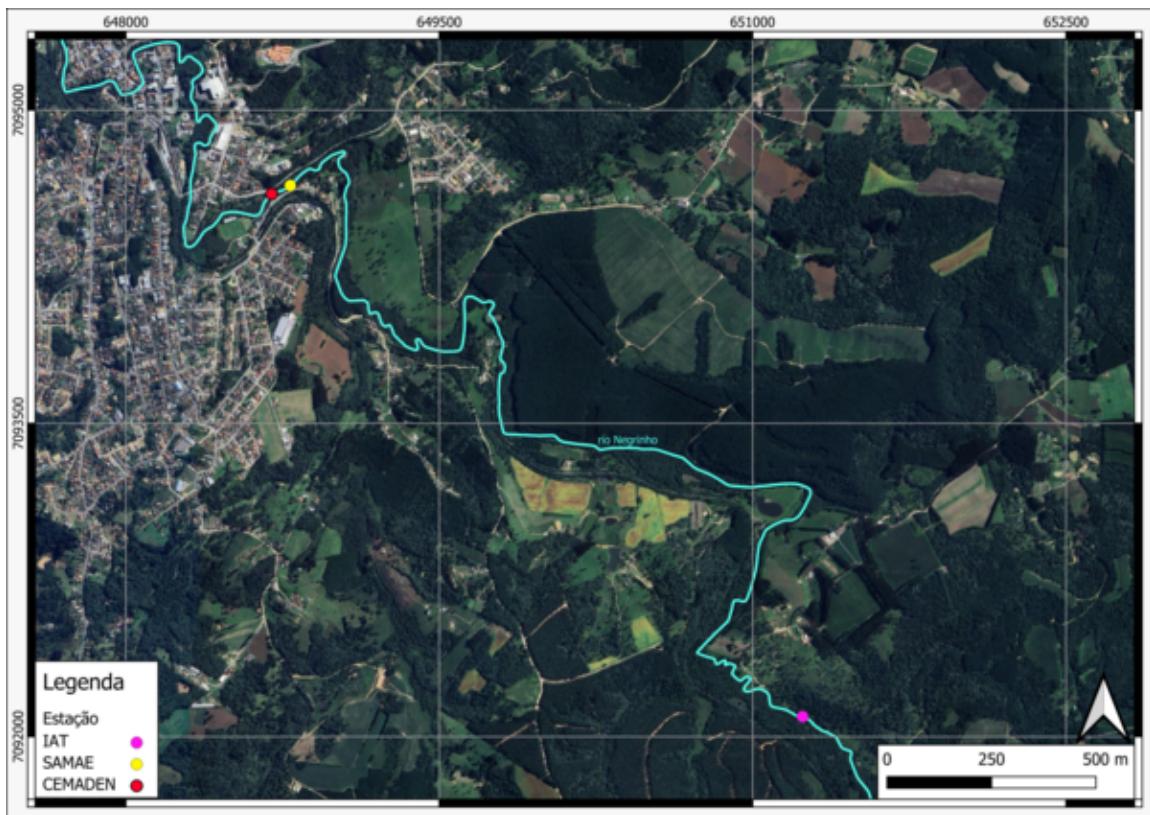
de dados em condições mais estáveis, o que foi fundamental para a criação de uma curva-chave representativa da dinâmica fluvial em diferentes cenários hidrológicos.

2.3 DADOS REGIONALIZADOS

Para a curva-chave representar melhor diferentes vazões que ocorrem na mesma seção transversal, recomenda-se o uso do máximo de dados possível. Assim, visando complementar os dados medidos em campo, optou-se pela regionalização dos dados provenientes de outras estações de monitoramento. A regionalização consiste na transferência de informações de um local para o outro em uma área com comportamento hidrológico semelhante(Tucci, 2017).

Dessa forma, as estações de monitoramento localizadas no município de Rio Negrinho e região foram elencadas. Ressalta-se a existência de poucas estações fluviométricas em funcionamento, assim foi possível aplicar a regionalização apenas com os dados da estação fluviométrica do IAT/ANA. Essa estação está localizada a montante da seção transversal medida em campo, a aproximadamente quatro quilômetros de distância, seguindo o rio. Os dados da estação telemétrica do CEMADEN, localizada a jusante da seção de interesse, foram utilizados como apoio, visto a existência de apenas dados de nível da água. Abaixo, a Figura 6 apresenta a localização das estações em relação à seção transversal do rio.

Figura 6 – Localização das estações de monitoramento hidrológico usadas como apoio e/ou regionalização e o local de captação de água do SAMAЕ onde ocorreram medições de vazão.



Fonte: Os autores (2024).

Dentre os métodos para estimativa de vazão para a seção de interesse, empregou-se o método baseado na determinação da vazão específica do local com dado (Tucci, 2017). Assim, para a regionalização dos dados provenientes da estação fluviométrica do IAT/ANA, inicialmente, verificou-se sua respectiva área de drenagem e foram apurados os dados de vazão mensurados em campo para a IAT/ANA. Após, foram obtidos os valores de vazão específica para cada um dos dados de vazão existentes. Com o auxílio do software QGIS, foi determinada a área de drenagem considerando a seção do rio em estudo. Por fim, a partir do produto entre a vazão específica da estação fluviométrica do IAT e a área de contribuição da bacia, foram obtidas seis estimativas de vazão para a seção do rio em estudo, localizada próxima às réguas limnimétricas do SAMAЕ.

Em relação aos dados da estação do CEMADEN, esta mede a altura da lâmina d'água e disponibiliza-os no seu site. Dessa forma, para estabelecer uma correlação

entre as alturas medidas pelo CEMADEN e no ponto SAMAE, selecionaram-se os dados do CEMADEN referentes aos mesmos dias em que foram realizadas medições *in loco* no SAMAE. Essa comparação permitiu desenvolver uma relação entre as alturas obtidas nos dois pontos, contribuindo para complementar os dados da curva-chave.

Percebe-se que, caso o ponto do SAMAE armazenasse a série histórica dos dados de nível medidos, esta relação entre a estação do CEMADEN com a estação do SAMAE não seria necessária. Como este ponto é gerenciado diretamente pelo SAMAE, considera-se como importante que se desenvolva um sistema automático de medição e armazenamento do nível medido na estação da SAMAE.

2.4 RELAÇÃO VAZÃO E PROFUNDIDADE

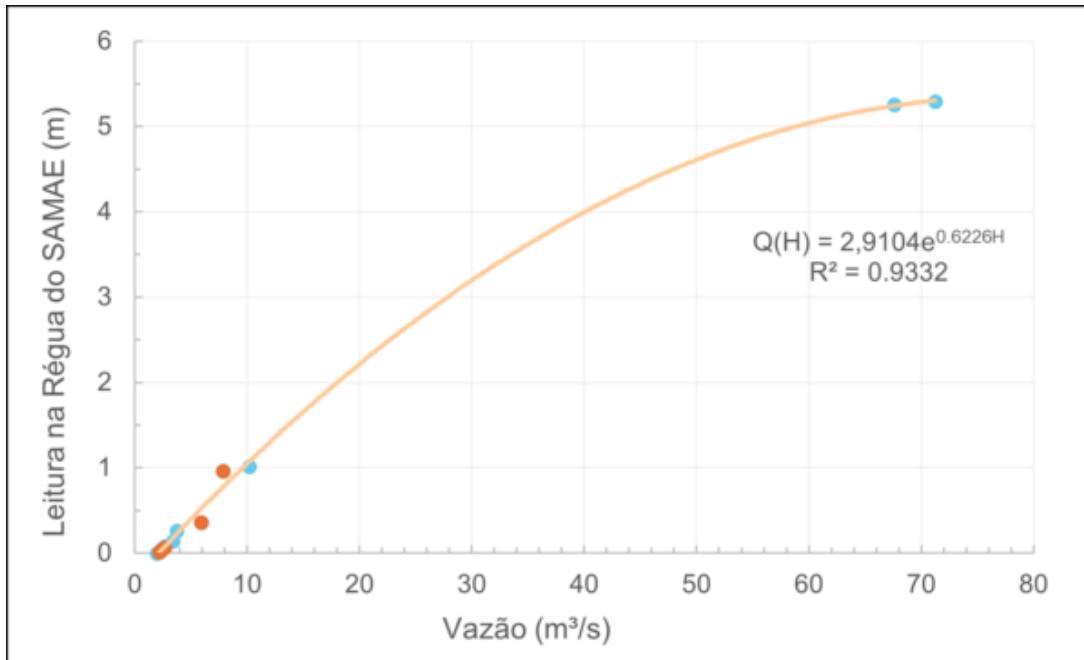
Para a elaboração da curva-chave, foram utilizados sete dados obtidos por medições diretas e seis dados regionalizados, conforme demonstrado na Tabela 1. Esses dados combinados permitiram a criação de uma curva-chave que é capaz de representar a relação entre a altura da água e a vazão no ponto de estudo. Dessa forma, com os dados obtidos, obteve-se o gráfico apresentado na figura 7.

Tabela 1 – Dados utilizados para a elaboração da curva-chave

Tipos de Dados	Nº da Medição	Data	Horário	Vazão (m ³ /s)	Profundidade (m)
Dados Medidos	1	04/11/2023	12:10	71,24	5,29
	2	04/11/2023	15:30	67,59	5,26
	3	14/12/2024	10:15	3,37	0,14
	4	09/02/2024	10:30	1,98	0,00
	5	22/03/2024	10:30	2,40	0,05
	6	05/10/2024	10:10	2,68	0,08
Dados Regionalizados	8	01/12/2015	13:30	7,84	0,96
	9	13/08/2016	08:45	2,65	0,06
	10	21/10/2016	11:04	5,92	0,36
	11	07/12/2016	09:00	2,29	0,03
	12	16/05/2017	09:20	2,17	0,01
	13	26/11/2023	12:34	3,76	0,26

Fonte: Os autores (2024).

Figura 7 – Curva-chave para a seção transversal do rio Negrinho no local de captação de água do SAMAЕ.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme apresentado na figura acima, a equação de descarga é representada pela equação:

$$Q(H) = 2,9104 e^{0,6226H} \quad (1)$$

onde $Q(H)$ representa a vazão conforme o nível da régua em m^3/s , e H representa a cota da lâmina d'água na régua SAMAЕ em metros.

2.5 ATUALIZAÇÃO DA CURVA-CHAVE

A curva-chave deve ser periodicamente atualizada e complementada para garantir que sua validade se mantenha ao longo do tempo, uma vez que as condições hidrológicas podem variar significativamente com o passar dos anos. Para facilitar esse processo, foram desenvolvidas duas equações que permitem regionalizar os dados de vazão medidos na estação fluviométrica do IAT e transpor os dados de nível do CEMADEN para a régua limnimétrica do SAMAЕ. A aplicação dessas equações requer que

os dados de vazão e cota da régua sejam obtidos no mesmo dia e, preferencialmente, em horários o mais próximos possível, para garantir maior precisão.

A equação 2 é utilizada para calcular a vazão no ponto de captação da SAMAЕ ($Q_{SAMAЕ}$) com base nos dados de vazão da estação do IAT (Q_{IAT}):

$$Q_{SAMAЕ} = 1,226 Q_{IAT} \quad (m^3/s) \quad (2)$$

Por sua vez, a equação 3 é empregada para estimar a leitura na régua limnimétrica do SAMAЕ ($Y_{SAMAЕ}$) a partir dos dados do nível da água obtidos pela estação telemétrica do CEMADEN ($Y_{CEMADEN}$):

$$Y_{SAMAЕ} = -Y_{CEMADEN} + 9,9 \quad (m) \quad (3)$$

Ressalta-se que, para a atualização da curva-chave, é possível realizar ajustes com base apenas nos dados da régua limnimétrica da SAMAЕ, dispensando as informações do CEMADEN. Entretanto, sem os dados da estação do IAT, a obtenção das vazões só poderá ser realizada por meio de medições diretas no local.

Um ponto importante a ser considerado é que a curva-chave representada pelas equações mencionadas permanece válida apenas até que ocorra um evento significativo ou drástico na bacia hidrográfica, como inundações, deslizamentos ou intervenções antrópicas a montante, que possam alterar a seção transversal do rio ou modificar suas condições hidrológicas. Qualquer alteração substancial na geomorfologia do leito ou nas características de escoamento poderá comprometer a precisão das estimativas de vazão, tornando necessária a revisão e calibrar novamente a curva-chave para assegurar a representatividade dos dados ao longo do tempo.

É importante destacar que as presentes medições não levaram em consideração efeitos de laço da curva-chave. Este efeito pode fazer com que a vazão do rio se altere dependendo do efeito de remanso do rio Negro. Apenas com mais medições e uma equipe trabalhando de forma contínua na região conseguirá obter dados suficientes para descrever este fenômeno. Assim, indica-se que a Defesa Civil organizada, com

engenheiros efetivos trabalhando continuamente, pode ser a responsável por manter e desenvolver as complexidades da curva-chave.

3 WEBGIS

O **WebGIS** é uma ferramenta que visa facilitar a visualização dos mapas das áreas suscetíveis a inundação resultantes de simulação hidrológica e hidrodinâmica para contribuir para a conscientização da população. Assim, de forma acessível e interativa, o usuário pode visualizar a área que tem interesse e analisar se está propenso a inundações, considerando diferentes cenários. Os mapas apresentam as manchas de inundação em relação ao valor da cota na régua limnimétrica do SAMAЕ, visto que esta é uma referência na comunicação da população para acompanhar a elevação do nível do rio Negrinho.

3.1 METODOLOGIA

A modelagem hidrológica foi utilizada para obter os hidrogramas que fornecem as vazões dos principais rios que adentram a área urbana, e que estão diretamente relacionados com as inundações potenciais na localidade. Para isso, foram desenvolvidas chuvas de projetos considerando diferentes tempos de retorno. Assim, foi aplicado um modelo hidrológico amplamente utilizado, denominado HEC-HMS. Posteriormente, os dados de vazão foram inseridos no modelo hidrodinâmico HEC-RAS considerando uma área de modelagem limitada à área urbana e três diferentes condições de saída relativos ao efeito de remanso. Os modelos foram submetidos à calibração e validação dos parâmetros adotados, cujo procedimento foi detalhado em MONTEIRO, VANELLI e DUARTE (2023). Com as simulações e mapas gerados, foi possível relacionar os resultados obtidos com diferentes alturas do nível do rio Negrinho na régua limnimétrica do SAMAЕ, local com videomonitoramento.

Salienta-se que cada mapa apresenta a área máxima inundável obtida em cada cenário simulado, ou seja, independente do horário que esta área máxima ocorreu. Portanto, os mapas não evidenciam o desenvolvimento da inundação ao longo do tempo (ascensão e recessão), mas devem ser observados pelos órgãos públicos municipais e pela população como ferramenta de apoio à tomada de decisões em

complementaridade com demais ferramentas.

3.2 EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

A ferramenta WebGIS facilita a visualização dos cenários de inundação simulados e pode ser utilizada para conscientizar a população e para auxiliar no preenchimento do Plano de Contingência Individual do Comércio, apresentado no próximo capítulo. Por meio da visualização dos mapas de inundação, o usuário pode selecionar e analisar cenários específicos, identificando quais situações de inundação podem afetar seu estabelecimento. Assim, é possível visualizar as áreas de Rio Negrinho com maior risco de inundação à medida que o nível do rio Negrinho atinge diferentes cotas. Para acessar o WebGIS, basta acessar o site do LaCiA - UDESC pelo link <https://zenodo.org/records/14039617>. Todos os cenários simulados serão exibidos, conforme demonstrado na Figura 8. O ajuste do zoom, ou seja, a aproximação às áreas de interesse, pode ser feito por meio dos botões “+” e “-” no canto superior esquerdo da tela indicada com um retângulo azul e número 1 na Figura 9 ou utilizando o *scroll* do *mouse*, proporcionando uma navegação intuitiva pelos cenários simulados.

Figura 8 – Página inicial do WebGIS.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 9 – Comandos do WebGIS: 1 - Zoom para aumentar ou diminuir a visualização; 2 - Personalização do estilo de mapa que aparece como plano de fundo; 3 - Caixas de seleção para a visualização das manchas de inundação; 4 - Legenda das manchas de inundação.



Fonte: Os autores (2024).

A partir dessa interface, é possível selecionar o estilo do mapa de plano de fundo utilizando uma das opções listadas no quadro à esquerda da tela, sinalizado na Figura 4 pelo número 2 e quadro roxo. Para visualizar um cenário de inundação em específico, basta clicar em uma das opções disponíveis no quadro vermelho número 3, ativando ou desativando os cenários. Nesse quadro, é possível escolher um ou mais cenários de inundação para visualização. Cada letra nessa linha corresponde a um cenário simulado, enquanto no quadro rosa de número 4 é exibido o resultado das opções ativadas, facilitando a análise dos diferentes cenários de inundação. Ao selecionar apenas a opção "A-Cota SAMAE", por exemplo, apenas um dos cenários será exibido, e a legenda correspondente à leitura da régua do SAMAE aparecerá à direita da tela (Figura 10). A legenda também fornecerá informações sobre a condição de remanso considerada, permitindo uma interpretação mais precisa das condições hidrológicas representadas na simulação. Considera-se uma situação com remanso quando o rio Negro estiver em altura elevada, impedindo o livre escoamento da água do rio Negrinho. Esta situação pode ocorrer para períodos mais longos de chuva (mais

de 3 dias aproximadamente), principalmente em regiões a montante do rio Negro.

Figura 10 – Exemplo de visualização do cenário correspondente ao cenário de inundação A, cuja cota no SAMAЕ corresponde a 6,60 m e remanso forte.

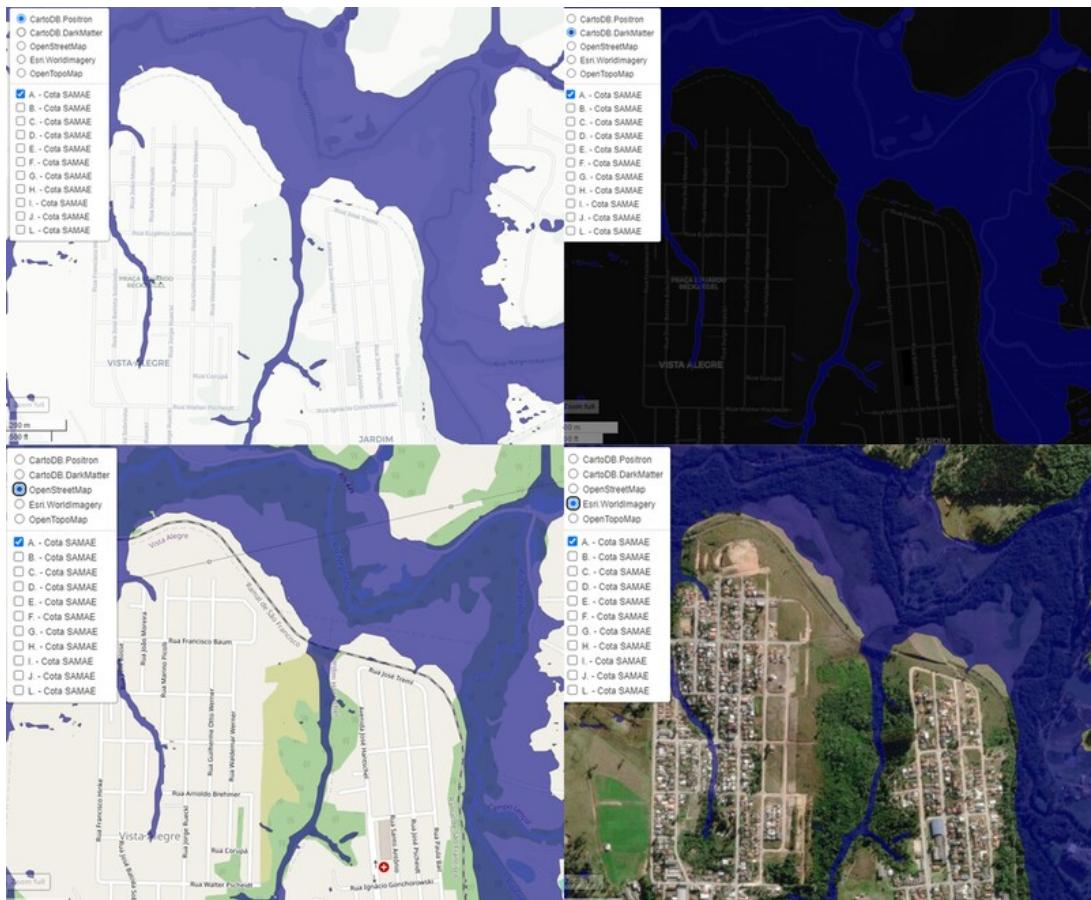


Fonte: Os autores (2024).

Além disso, o mapa do plano de fundo pode ser alterado, para possibilitar diferentes superfícies de visualização. Estão disponíveis cinco opções de superfície de visualização (Figura 9 – quadro roxo número 2), de modo que o usuário pode selecionar apenas uma opção. Essa funcionalidade permite explorar os cenários de inundação com diferentes superfícies como plano de fundo, o que pode enriquecer a compreensão dos usuários (Figura 11).

Assim, indica-se que, inicialmente, o usuário busque, dentre as opções, o plano de fundo que colabore para a localização de sua área de interesse. Posteriormente, pode ativar ou desativar os cenários de inundação (Figura 9 – quadro vermelho número 3) para conseguir identificar a cota da régua do SAMAЕ na qual o estabelecimento é afetado pela inundação. Ao clicar em cima da área inundada, aparecerá uma caixa de informações sobre aquele local selecionado, como apresentado na Figura 12.

Figura 11 – Opções de visualização de plano de fundo do WebGIS.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 12 – Exemplo de informações obtidas ao clicador com o botão esquerdo do mouse sobre um local de interesse.



Fonte: Os autores (2024).

Para uma melhor compreensão da correlação entre a régua do SAMAЕ e os mapas, as tabelas a seguir apresentam a relação direta entre o tempo de retorno (TR), a cota na régua do SAMAЕ e o mapa correspondente. Assim, a Tabela 2 apresenta as situações sem remanso, a Tabela 3 as situações com remanso médio e a Tabela 4 as situações com remanso forte.

Tabela 2 – Relação dos cenários simulados com diferentes Tempos de retorno e sem remanso.

Tempo de retorno	Altura na régua limnímetrica do SAMAE	Identificação
<i>TR5</i>	5, 22	<i>L</i>
<i>TR10</i>	5, 54	<i>I</i>
<i>TR20</i>	5, 90	<i>F</i>
<i>TR50</i>	6, 43	<i>C</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Relação dos cenários simulados com diferentes Tempos de retorno e remanso médio.

Tempo de retorno	Altura na régua limnímetrica do SAMAE	Identificação
<i>TR5</i>	5, 29	<i>J</i>
<i>TR10</i>	5, 60	<i>H</i>
<i>TR20</i>	5, 95	<i>E</i>
<i>TR50</i>	6, 44	<i>B</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4 – Relação dos cenários simulados com diferentes Tempos de retorno e remanso forte.

Tempo de retorno	Altura na régua limnímetrica do SAMAE	Identificação
<i>TR10</i>	5, 90	<i>G</i>
<i>TR20</i>	6, 17	<i>D</i>
<i>TR50</i>	6, 60	<i>A</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, com base nos resultados de Monteiro, Vanelli e Duarte (2023), os mapas de perigo à inundação foram disponibilizados no WebGIS, possibilitando identificar o índice de perigo à inundação em determinado local.

Temos o perigo separado por níveis, em que cada um possui uma característica, seguindo:

- **Nível 1:** representa o perigo baixo em que adultos estão seguros, mas crianças e pessoas em veículos podem estar em perigo. Em uma pequena probabilidade, adultos podem estar em perigo e construções podem ser danificadas.
- **Nível 2:** indica o perigo médio e apresenta que fora de casa as pessoas podem sofrer fatalidades, as construções podem sofrer danos e crianças e pessoas em veículos podem estar em perigo.

- **Nível 3:** indica o perigo alto, em que as pessoas podem estar em perigo dentro e fora de suas casas e a possibilidade das construções serem seriamente danificadas.

Dessa forma, por exemplo, pode-se observar que regiões próximas à prefeitura de Rio Negrinho apresentam índice alto mais próximo do rio, que se torna médio e, posteriormente, baixo à medida que nos aproximamos da prefeitura, conforme indicado pelas cores na Figura 13.

Figura 13 – Demonstração de visualização do mapa de perigo a inundação pelo WebGIS.



Fonte: Os autores (2024).

Os estudos foram baseados nos dados hidrológicos disponíveis e na representação dos fenômenos por meio de simulações hidrológicas e hidrodinâmicas realizadas em programas computacionais, sendo, portanto, aproximações da realidade. Os resultados obtidos foram validados com informações de inundações passadas, bem como por membros da população. No entanto, podem ocorrer algumas inconsistências em relação às condições observadas no campo. Caso algum problema seja identificado, solicita-se que o mesmo seja reportado ao Prof. Leonardo por meio do e-mail leonardo.monteiro@udesc.br.

4 PLANO DE CONTINGÊNCIA INDIVIDUAL PARA O COMÉRCIO

A autoproteção é um dever de todos e a preparação para as ações de resposta é fundamental para mitigar os impactos e fomentar a resiliência da comunidade local (VANELLI, 2023). Nesse contexto, o plano de contingência, definido na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) (Brasil, 2012), torna-se uma ferramenta essencial, pois são detalhados os procedimentos e as responsabilidades de diversos atores envolvidos, fomentando uma resposta coordenada e eficaz diante de desastres.

As comunidades devem ser orientadas a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção (Brasil, 2012). Assim como, deve ser promovida a responsabilização do setor privado na adoção de medidas preventivas de desastres e na elaboração e implantação de plano de contingência ou de documento correlato (Brasil, 2012; Brasil, 2023). Portanto, a implementação adequada do plano de contingência individual pode salvar vidas e reduzir os danos materiais, mostrando-se crucial na construção de comunidades mais seguras e preparadas.

No município de Rio Negrinho, existem registros de desastres naturais que indicam a recorrência de inundações graduais. As características geográficas e climáticas da região aumentam a probabilidade de ocorrência desses eventos, afetando gravemente a população e a economia local (MONTEIRO; VANELLI; DUARTE, 2023). Frente a isso, visando reduzir os impactos negativos das inundações nos comércios da cidade, foram desenvolvidas diretrizes para auxiliar cada comerciante na criação individual do Plano de Contingência Individual para o Comércio (PCIC) para o seu próprio estabelecimento.

O PCIC busca, além da mitigação dos danos causados pelas inundações, auxiliar na possibilidade da continuidade das atividades comerciais durante e após os eventos adversos (DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2014). Dessa forma, a comunidade local pode se preparar de maneira mais eficaz para responder às emergências, minimizando perdas e promovendo uma recuperação mais

rápida. É importante ressaltar que a autoproteção é uma responsabilidade individual e, compreendendo isso, esse foi o foco de desenvolvimento deste produto.

4.1 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo foi estruturada a partir de pesquisa participativa, ou seja, a situação-problema emerge da comunidade, bem como a solução é criada em conjunto com a população. Primeiramente, foi realizado um levantamento de necessidades por meio de conversas com a população local, incluindo moradores e comerciantes. Este diagnóstico preliminar visou identificar as principais necessidades e demandas relacionadas à vulnerabilidade dos comércios frente às inundações. Com base nas informações coletadas, iniciou-se a elaboração das diretrizes para o plano de contingência para os comércios, de modo que fosse possível adequar o documento a cada tipo de estabelecimento. Este plano foi desenvolvido com a intenção de ser compreendido, personalizado e utilizado pelos próprios comerciantes.

Foram realizadas visitas a alguns estabelecimentos comerciais visando compreender as práticas já realizadas pelos comerciantes para resposta a cenários de inundaçāo. Durante essas visitas, identificou-se a diversidade dos modelos de negócios, o que dificulta a elaboração de um plano de contingência unificado e abrangente para todos os tipos de comércio. Mediante isso, optou-se por criar um modelo de plano de contingência em formato editável, com seções personalizáveis cujos tópicos são padronizados, porém, podem ser preenchidos conforme as especificidades de cada estabelecimento.

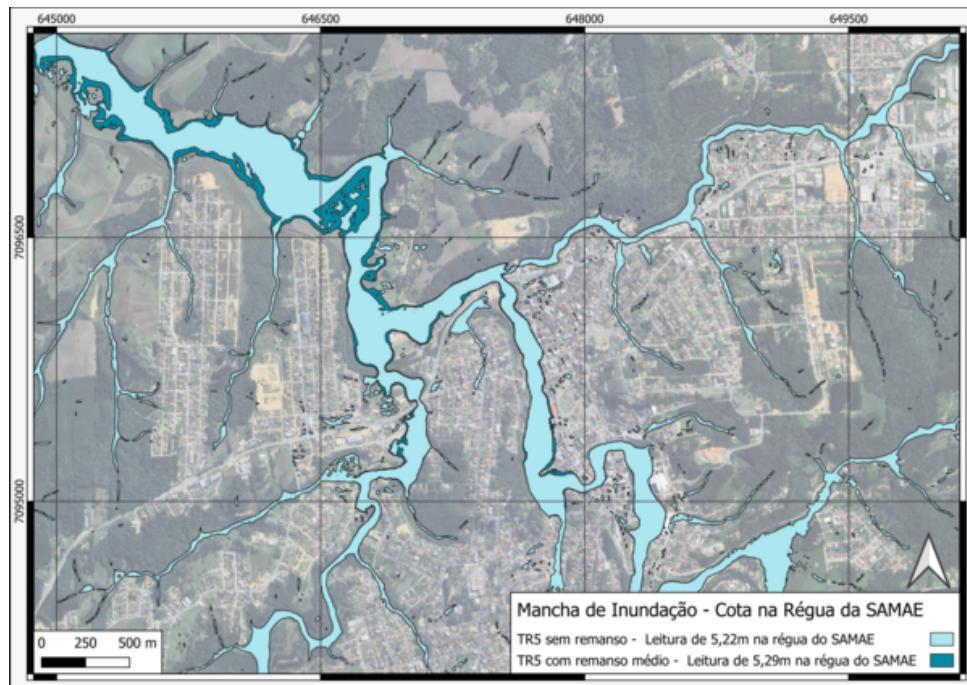
Para apoiar a elaboração dessas diretrizes, foram analisados e adaptados modelos de planos de contingência existentes, tanto do próprio município de Rio Negrinho quanto de outros municípios com características similares. Estes modelos forneceram uma base mais sólida, possibilitando o desenvolvimento do documento com as diretrizes para a elaboração de plano de contingência para que os comerciantes pudessem elaborar seus próprios planos, assegurando que as melhores práticas fossem seguidas.

De forma complementar, foi desenvolvido o documento "Diretrizes para Elaboração do Plano de Contingência Individual para o Comércio" que oferece orientações detalhadas sobre o preenchimento adequado do plano. Esse documento tem por objetivo auxiliar os comerciantes na análise de suas vulnerabilidades e no planejamento de ações e respostas para atuar em situações de inundações.

Diante da ausência de uma equipe de Defesa Civil no município de Rio Negri nho com profissionais (engenheiros, geógrafos, geólogos, assistentes sociais, dentre outros...) dedicados exclusivamente a esta função para auxiliar na criação e aprovação dos planos de contingência voltados ao comércio local, o foco principal do presente documento foi tornar os responsáveis pelos estabelecimentos mais autônomos nesse processo. Para isso, as diretrizes foram redigidas de maneira direta, clara e objetiva, facilitando a compreensão e a aplicação das informações. Dessa forma, os comerciantes podem elaborar seus próprios PCIC com maior independência e assertividade.

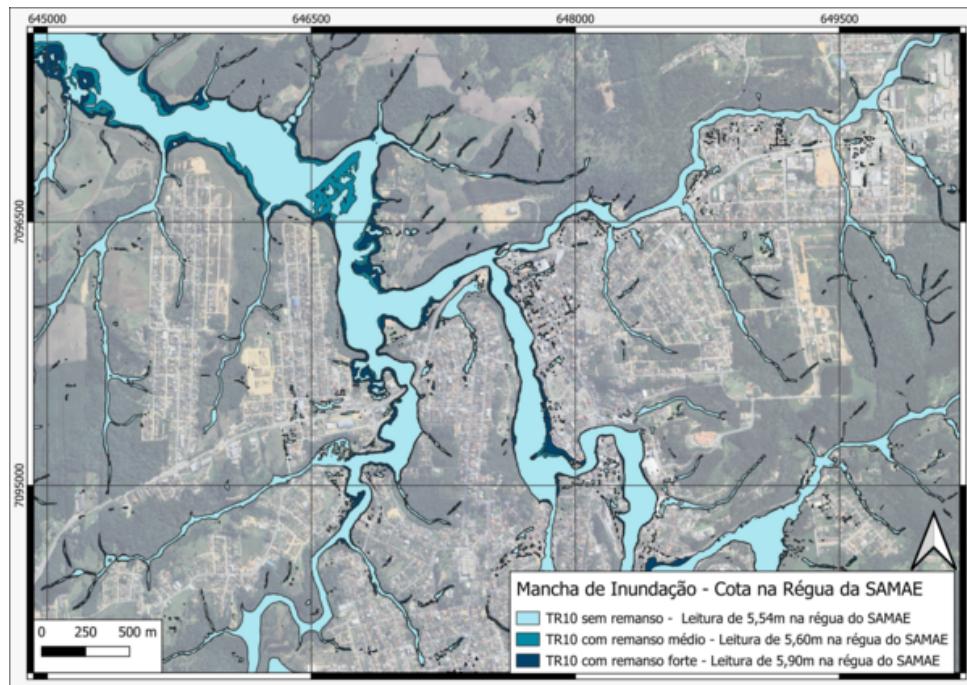
Para auxiliar na localização dos empreendimentos com relação às inundações, foram elaborados mapas para identificar as regiões de inundaçāo a partir de modelagem hidrodinâmica, com base no projeto anterior MONTEIRO, VANELLI e DUARTE (2023). Foram simulados diferentes cenários de chuvas com tempos de retorno (TR) de 5, 10, 20 e 50 anos, considerando a não ocorrência do efeito de remanso e a influência do remanso com TR de 5 e 10 anos. Os resultados de profundidade foram apresentados considerando as réguas limnimétricas do SAMAЕ como referência. Esses mapas permitem que os comerciantes identifiquem as regiões da cidade sujeitas a inundações e realizem a análise se o local do comércio pode ser afetado ou não pela inundaçāo (figuras 14, 15, 16 e 17).

Figura 14 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 5 anos e diferentes cenários de remanso.



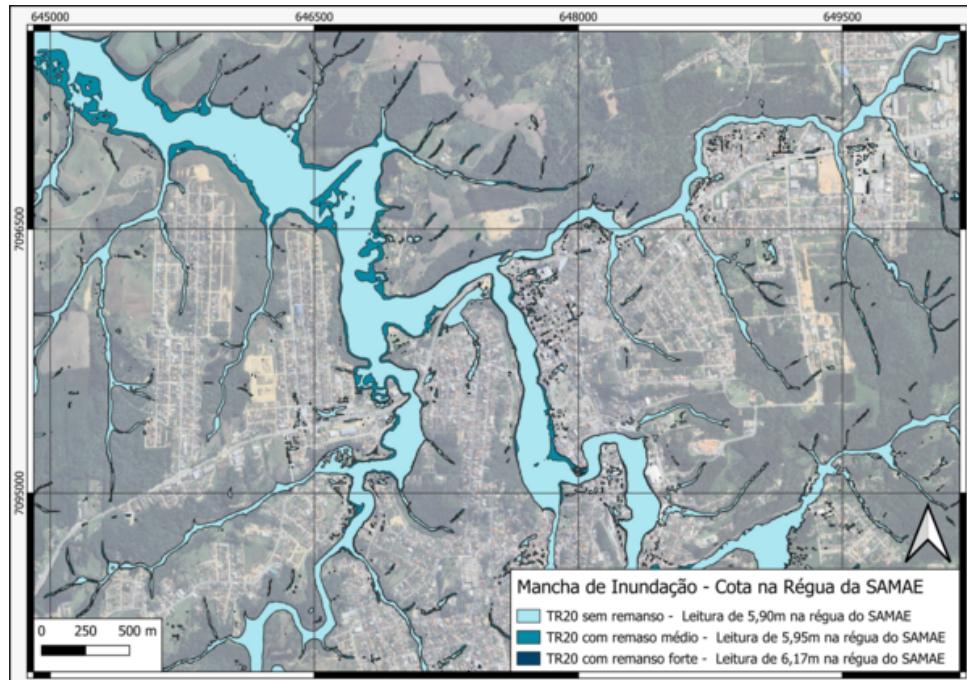
Fonte: Os autores (2024).

Figura 15 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 10 anos e diferentes cenários de remanso.



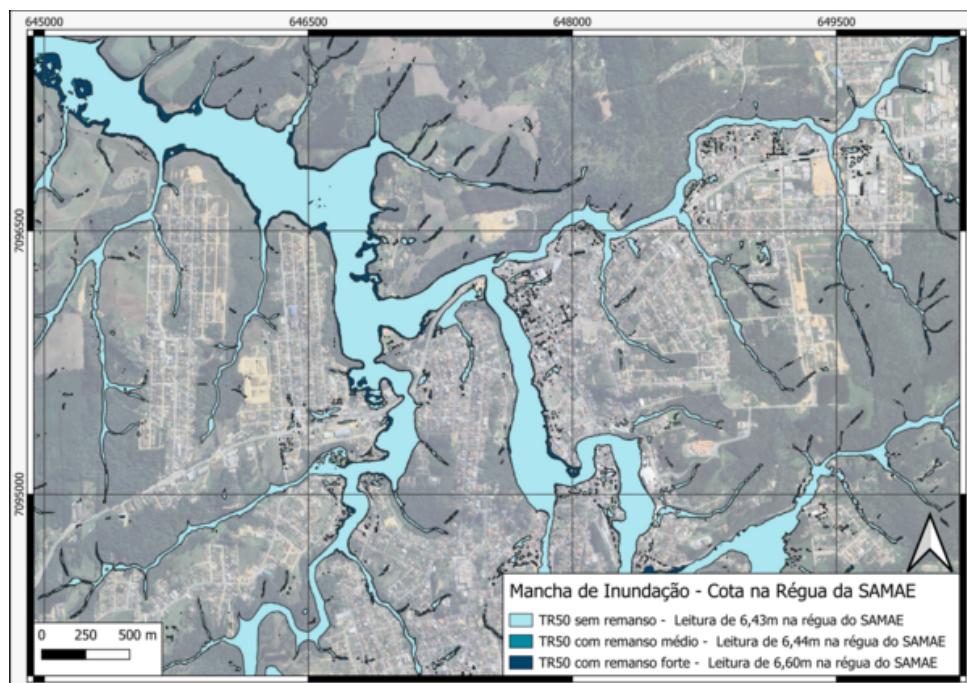
Fonte: Os autores (2024).

Figura 16 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 20 anos e diferentes cenários de remanso.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 17 – Mancha de Inundação considerando Tempo de Retorno de 50 anos e diferentes cenários de remanso.



Fonte: Os autores (2024).

Para a análise do perigo e da cota crítica de inundação no local, é necessário

que o comerciante verifique estes mapas. Para facilitar a consulta dos mapas pelos comerciantes e demais interessados, foi desenvolvida uma versão WebGIS ([link](https://zenodo.org/records/14039617): <https://zenodo.org/records/14039617>) que permite uma visualização mais detalhada e autônoma. Maior detalhamento sobre o WebGIS será apresentado e discutido no próximo tópico.

4.2 RESULTADOS

O documento elaborado estabelece diretrizes para o desenvolvimento de Planos de Contingência aplicáveis aos estabelecimentos comerciais de Rio Negrinho, visando atender às necessidades específicas de cada estabelecimento. Ele fornece orientações detalhadas sobre como preencher o plano, levando em conta aspectos como localização, estrutura física, contatos de emergência e operação do comércio. Além disso, o documento especifica procedimentos para as diferentes fases de uma inundação, garantindo uma resposta eficaz e organizada em emergências.

Durante as conversas com os comerciantes locais, constatou-se que alguns, baseados em experiências anteriores com inundações, adaptaram suas infraestruturas, implementaram monitoramento próprio do nível do rio ou conhecem a cota crítica na régua do SAMAE para seus estabelecimentos. Essas medidas individuais de autoproteção já contribuem para a redução de danos.

A estrutura do PCIC foi definida, incluindo análises institucionais, cenários de inundação, e procedimentos de ativação e desativação do plano, além de exemplos e sugestões de preenchimento. Para auxiliar a compreensão dos conceitos e procedimentos, foram fornecidas explanações detalhadas da terminologia utilizada. Dessa forma, as diretrizes foram apresentadas em três tópicos:

- **Disposições Iniciais:** Nesta seção são explicados os objetivos do documento, apresentando a bibliografia, a terminologia utilizada e a sua aplicação prática.
- **Estruturação do Plano:** Detalha-se o procedimento para a inclusão de informações no modelo de Plano de Contingência, além de descrever a metodologia

para a análise da instituição.

- **Cenários de Inundação:** Fornece uma explicação detalhada sobre a implementação do plano, incluindo recomendações operacionais para a gestão durante o evento de inundação e diretrizes para a desativação do plano.

Este formato garante uma abordagem estruturada para elaborar e aplicar o PCIC com clareza e eficiência. No entanto, a principal dificuldade no desenvolvimento das diretrizes foi criar um documento que, embora abrangente quanto aos diferentes tipos de comércio, fornecesse direcionamentos precisos aos responsáveis pela elaboração. Para auxiliar no desenvolvimento do PCIC, é essencial que as pessoas consigam identificar as áreas propensas a inundação. Por este motivo, foram desenvolvidos mapas que ilustram os locais afetados por diferentes cenários de inundação, tendo como referência os valores do nível do rio na régua do SAMAЕ.

Após finalizar o PCIC, é recomendado que os responsáveis pelos comércios apresentem o plano de contingência aos funcionários, explicando sua estrutura e ações. Esses encontros ajudarão a mapear riscos, criar estratégias de mitigação e preparar a equipe para responder de forma eficaz a uma inundação. Por fim, o comerciante deve avaliar o plano para possíveis melhorias futuras.

Visto que ainda não há uma defesa civil municipal bem estruturada e com funcionários concursados e de dedicação exclusiva, o documento elaborado pelos comerciantes não será verificado por especialistas. No entanto, isso reforça o papel ativo de cada comerciante em implementar e compreender a importância da autoproteção para reduzir os prejuízos e também um retorno mais rápido às atividades após o desastre.

Recomenda-se a realização de simulados para identificar possíveis pontos fracos. Caso isso não seja possível, é crucial, após cada ativação do plano, identificar falhas e realizar os ajustes necessários para melhorar a resposta a futuros eventos adversos. No Apêndice A pode ser encontrado um PCIC para servir de exemplo de como deve ser preenchido. Os documentos, diretrizes e documento editável encontram-

se para *download* em <https://www.udesc.br/cct/lacia/publicacoes/tecnicos>. Para facilitar o preenchimento destes documentos, foi elaborado um vídeo, possível de ser acessado por <https://www.youtube.com/watch?v=geM8vyRpiBc>.

Também foi elaborada uma cartilha intitulada "Cartilha de Medidas Preventivas contra Inundações: O que podemos fazer para mitigar os prejuízos em residências e comércios?"(Apêndice B). Recomenda-se ampla divulgação deste documento, para que toda a população local tenha acesso e possa implementar medidas práticas que, embora simples, apresentam grande potencial para reduzir os danos causados por inundações. A cartilha encontra-se disponível no mesmo link citado anteriormente, isto é <https://www.udesc.br/cct/lacia/publicacoes/tecnicos>.

4.3 GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES E APERFEIÇOAMENTO DOS PROCEDIMENTOS

O PCIC proposto para os comerciantes de Rio Negrinho é uma medida de redução de risco para que cada estabelecimento possa ter respostas rápidas a eventos de inundaçāo para que as perdas sejam as menores possíveis. Entretanto, na etapa de pré-desastre, cabe a Defesa Civil Municipal de Rio Negrinho promover estudos, manter os sistemas de informações atualizados, manter cadastros de áreas afetadas em cada evento, realizar o monitoramento hidrológico, meteorológico e geológico, estabelecer critérios e condições para a declaração e o reconhecimento de situações de emergência, fomentar a pesquisa de ferramentas que possam auxiliar a comunidade e revisão do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Municipal (PLANCON). Recomenda-se que a Defesa Civil municipal desenvolva ou apoie o desenvolvimento de planos para instituições pertinentes (hospitais, escolas e órgãos públicos) e realize simulados, bem como seja responsável pela aprovação dos planos de contingência desenvolvidos pelos comerciantes e pela promoção de capacitação para as comunidades elaborarem seus próprios planos de contingência.

Já na iminência do desastre, cabe à Defesa Civil efetuar a emissão de boletins e avisos de alerta, auxiliar em uma resposta assertiva, como medidas de evacuação e

apoio para as comunidades afetadas, principalmente, as mais vulneráveis.

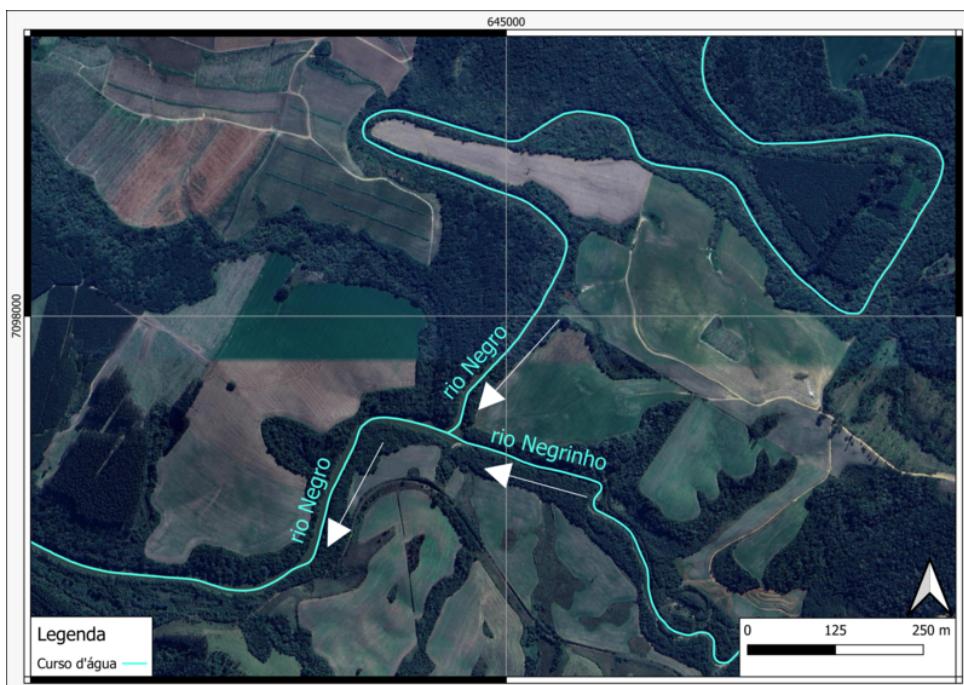
Já, no pós-desastre, a Defesa Civil deve ser responsável por mapear os locais atingidos, quantificar as perdas e auxiliar na reabilitação do funcionamento da sociedade. Esta instituição também é responsável por preencher o sistema S2iD (Sistema Integrado de Informações sobre Desastres) que permite que os municípios solicitem ajuda governamental, além de consultar e acompanhar processos de reconhecimento federal e transferência de recursos.

Em caso de ausência da Defesa Civil no município, cabe à Secretaria Municipal de Defesa Civil a responsabilidade por esses diversos serviços citados.

5 AVALIAÇÃO DO IMPACTO NA INUNDAÇÃO CONSIDERANDO ALTERAÇÃO NA CONFLUÊNCIA ENTRE RIO NEGRINHO E RIO NEGRO

O presente capítulo apresenta a avaliação dos impactos de alteração na confluência entre o rio Negrinho e o rio Negro com relação às inundações na área urbana do município de Rio Negrinho. Devido ao seu formato peculiar, onde parece que o rio Negro estaria adentrando o rio Negrinho (Figura 18), existe uma hipótese de que a alteração desta confluência possa alterar significativamente as inundações na área urbana do município de Rio Negrinho.

Figura 18 – Confluência do rio Negrinho com o rio Negro.

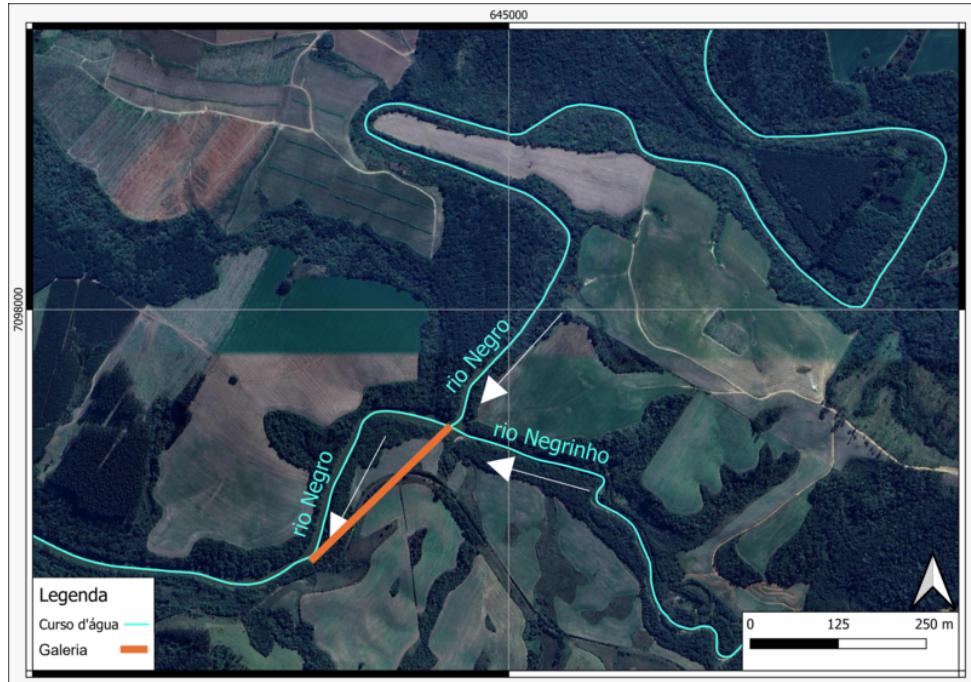


Fonte: Os autores (2024).

Assim, para testar essa hipótese, foi avaliada, por meio de modelagem computacional, a criação de uma galeria que trespassasse o morro, como alternativa para evitar a confluência em formato de T do rio Negro e rio Negrinho (Figura 19), fazendo com que o rio Negro tenha um escoamento preferencial com relação ao rio Negrinho. **Salienta-se que não essa análise não avaliou os impactos ambientais e as dificuldades de efetivação desta obra. Apenas foi avaliado como essa obra impactaria na redução dos efeitos do remanso do rio Negro nas inundações na área urbana**

do município de Rio Negrinho. Os efeitos desta obra em outras regiões do rio Negro também não foram verificadas.

Figura 19 – Confluência do rio Negrinho com o rio Negro com a galeria.



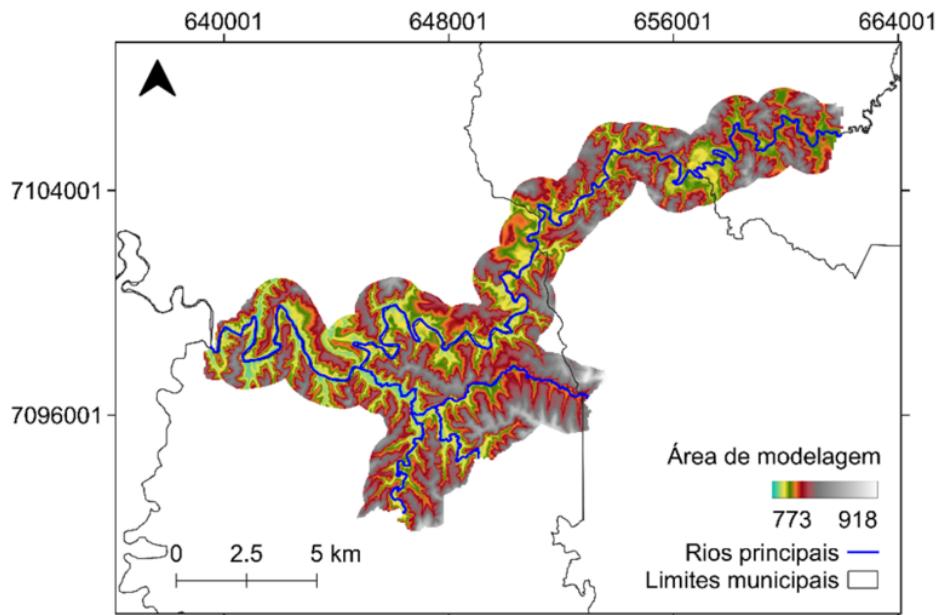
Fonte: Os autores (2024).

5.1 METODOLOGIA

A presente análise utilizou a metodologia desenvolvida no Trabalho de Conclusão de Curso de Beatriz Crema Duarte (DUARTE, 2023), em que foi aplicado o modelo hidrodinâmico aplicado ao rio Negrinho, considerando influências do rio Negro. Maiores detalhes dos procedimentos numéricos podem ser verificados nesta publicação, presente em <https://www.udesc.br/cct/lacia/publicacoes/mono>.

Nesta simulação foi considerada parte do trecho do rio Negro: da Estação de Nível Fragosos (ANA código 65090000) até a entrada do rio Preto no rio Negro, assim como os rios que passam diretamente pela área urbana do município de Rio Negrinho, isto é, o rio dos Bugres, o rio Serrinha e o próprio rio Negrinho (Figura 20). Desta forma, representando o rio Negro diretamente pelo modelo, é possível verificar como a alteração na confluência interfere no escoamento dos rios da região (acima mencionados).

Figura 20 – Área de modelagem utilizada no programa HEC-RAS.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para representar o escoamento na galeria em formato de túnel apresentada na Figura 19, considerou-se uma largura de 50 metros (comparável à largura do rio Negro, na saída da galeria) e uma altura suficiente para que o fluxo ocorra como escoamento livre, de forma que a parte superior do túnel não interfira no escoamento. A cota do fundo no início do túnel coincide com a cota de fundo do rio Negro, o mesmo ocorrendo ao final, resultando em um túnel com comprimento aproximado de 550 metros e declividade de $1,3 \times 10^{-4} \text{ m/m}$.

Alguns casos foram testados com e sem a galeria, para ser possível a comparação da efetividade dessa obra estrutural na redução das inundações na região urbana do município de Rio Negrinho. Os casos avaliados são apresentados a seguir: uma primeira situação considerando apenas uma chuva intensa na bacia hidrográfica do rio Negrinho, sem aumento de nível expressivo do rio Negro (C2); uma segunda situação considerando apenas uma chuva forte na bacia a montante da estação Fragosos (C3), e uma terceira que leva em consideração uma chuva forte em toda a bacia hidrográfica, isto é, aumentando o nível do rio Negrinho e do rio Negro (C4). As chuvas fortes foram consideradas como sendo chuvas com período de retorno de 100 anos (Tabela 5),

semelhante ao considerado em DUARTE (2023).

Tabela 5 – Simulações realizadas para teste.

Nomenclatura	Situação	Galeria
C2	Chuva na bacia do rio Negrinho	não
C2G	Chuva na bacia do rio Negrinho	sim
C3	Chuva na bacia do rio Negro	não
C3G	Chuva na bacia do rio Negro	sim
C4	Chuva na bacia dos rios Negro e Negrinho	não
C4G	Chuva na bacia dos rios Negro e Negrinho	sim

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2 RESULTADOS

Nos cenários C2, C3 e C4, considerando as situações com e sem a galeria (Tabela 6), as simulações apresentaram variações mínimas nas áreas inundadas e nos níveis médios. Ao comparar os resultados dos cenários com e sem a galeria, observou-se que a diferença na área de inundação foi menor que 2% e que o nível médio de água apresentou apenas pequenas reduções, com a maior delas sendo de 7 cm para o cenário C4.

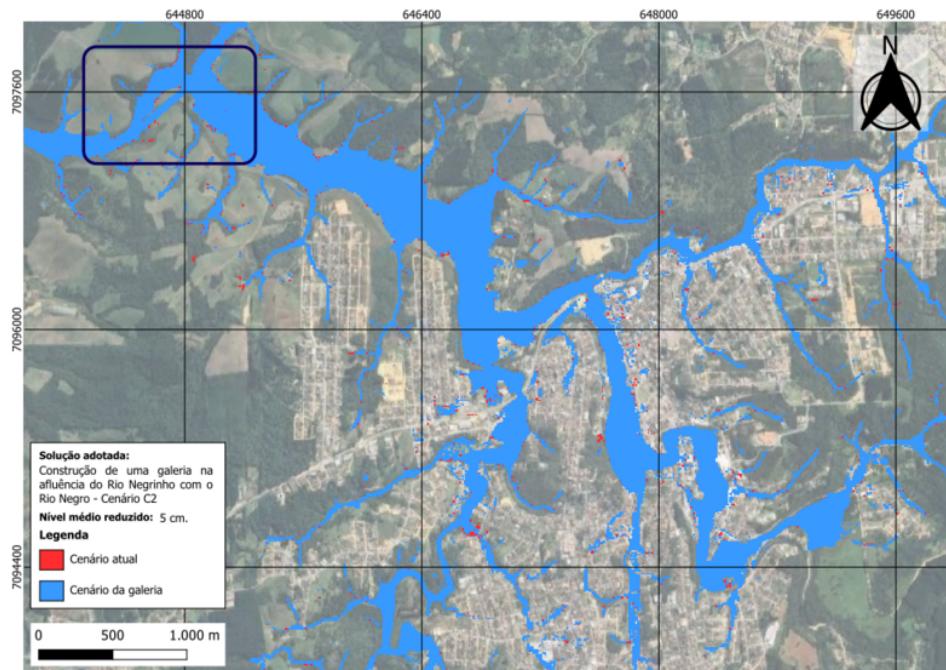
Tabela 6 – Resultados e comparações dos cenários simulados.

Cenário	Área Inund.	Nível Médio	Cenário	Área Inund.	Nível Médio	Cenário	Área Inund.	Nível Médio
	km ²	m		km ²	m		km ²	m
C2	4,3	1,90	C3	2,3	3,29	C4	4,9	2,99
C2G	4,3	1,85	C3G	2,3	3,26	C4G	4,9	2,92
Dif.	n.e.	-0,05	Dif.	-0,04	-0,03	Dif.	n.e.	-0,07

* n.e. significa "não expressivo"; Dif. significa "diferença".

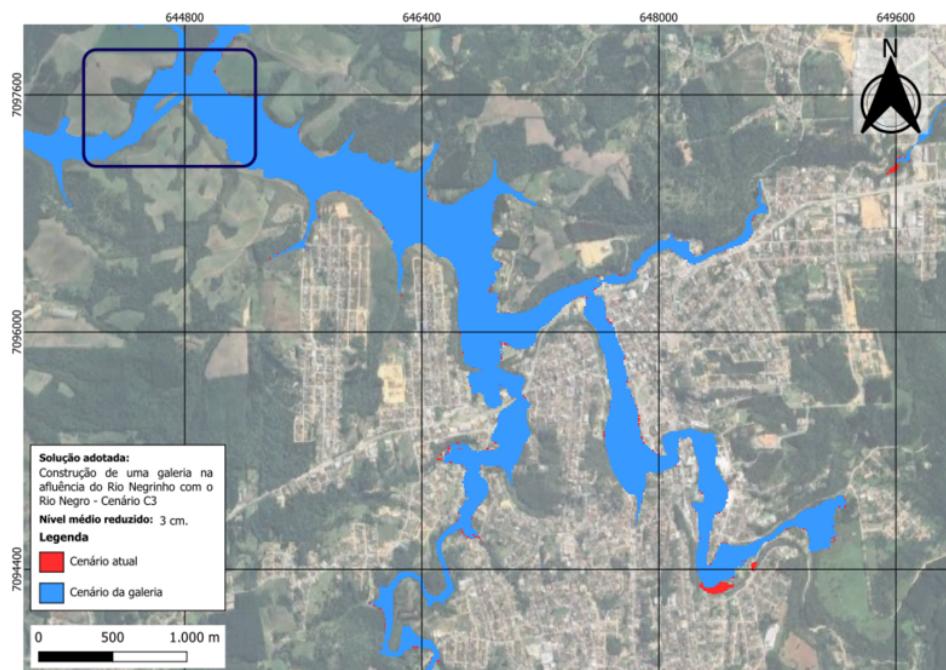
Esses resultados indicam que a presença da galeria causou uma mudança pouco significativa no controle das inundações durante chuvas fortes. As Figuras 21, 22 e 23 ilustram essas variações.

Figura 21 – Comparação do mapa de inundação com e sem a galeria para o Cenário C2 - Apenas com chuva na bacia do rio Negrinho.



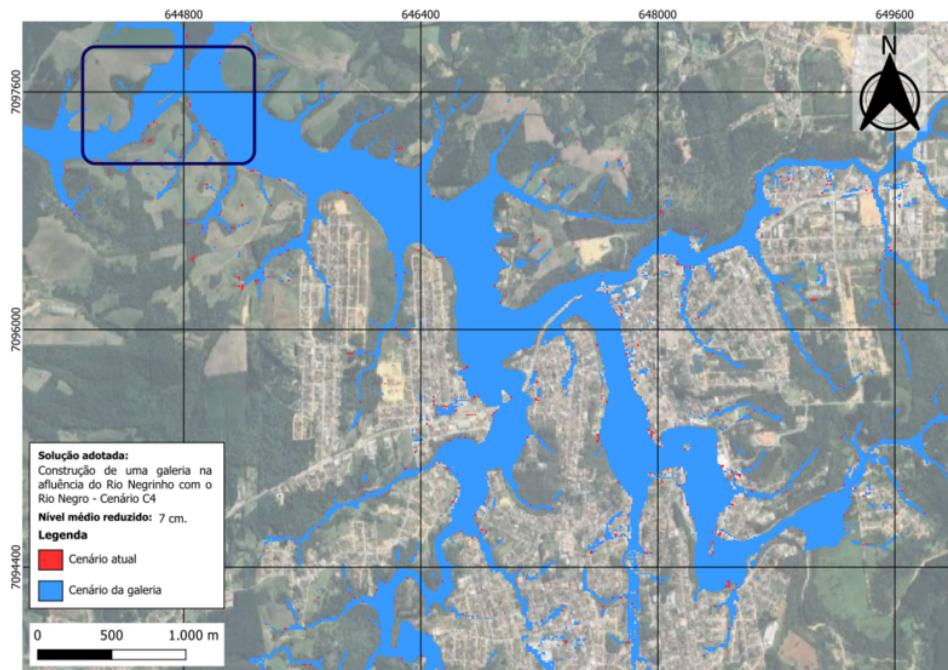
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 22 – Comparação do mapa de inundação com e sem a galeria para o Cenário C3 - Apenas com chuva a montante da confluência entre rio Negro e rio Negrinho.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 23 – Comparação do mapa de inundação com e sem a galeria para o Cenário C4 - Chuva em todas as regiões.

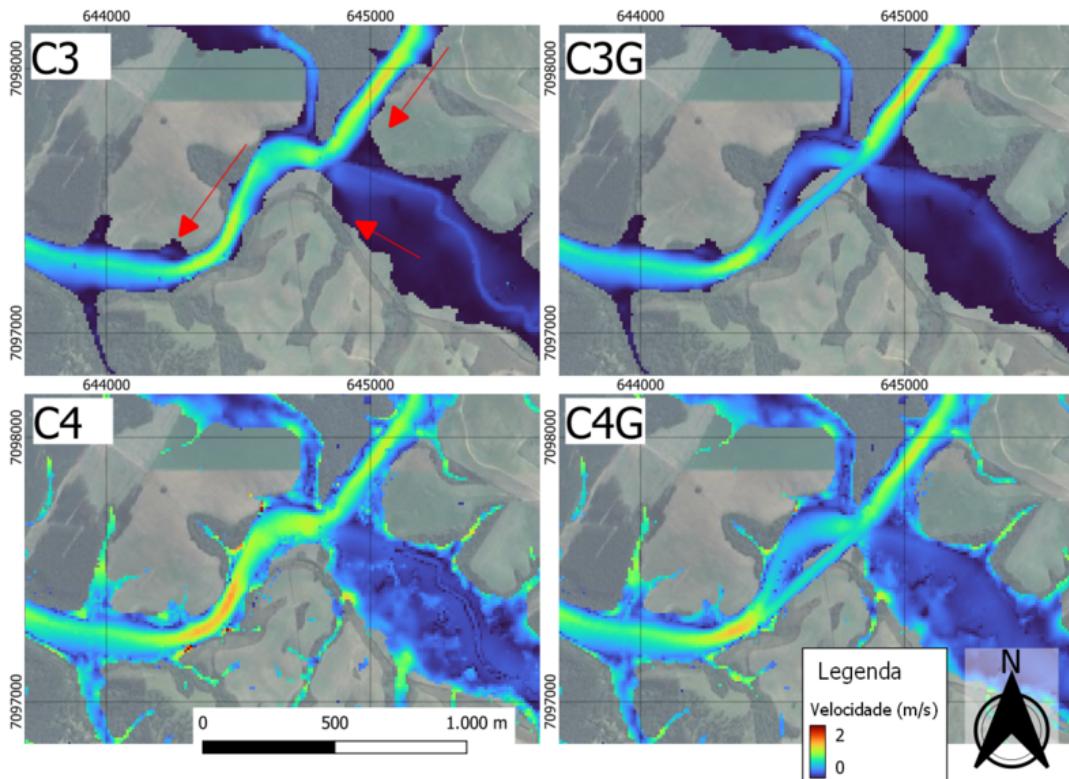


Fonte: Elaborado pelos autores.

De forma semelhante, as velocidades máximas do escoamento mapeadas não tiveram variações expressivas para que efeitos como o aumento do perigo da inundação fossem alterados significativamente. A variação da velocidade não apresentou alterações significativas no tempo de pico da inundação, fazendo com que o evento se comportasse de forma semelhante, com ou sem a galeria.

Este efeito pouco significativo da galeria com relação à redução de inundações severas no município de Rio Negrinho pode ser compreendido devido à baixa velocidade do rio Negro. Assim, apesar da galeria criar um caminho preferencial, a maior velocidade do escoamento pela galeria não resulta em redução significativa na inundação na área urbana do município de rio Negrinho. A velocidade do escoamento do rio Negro após a galeria continua praticamente inalterada (Figura 24), não havendo uma maior vazão devido à presença da galeria, que viabilize uma redução de volume armazenado pelas inundações simuladas.

Figura 24 – Comparação das velocidades entre os Cenários C3, C3G, C4 e C4G na confluência do rio Negro com o rio Negrinho.



Fonte: Elaborado pelos autores

5.3 CONCLUSÃO

A hipótese testada nesse estudo demonstrou ser inválida. Devido à baixa velocidade do escoamento na região analisada, a alteração da confluência entre o rio Negro e rio Negrinho não gera efeitos significativos na mitigação de inundações intensas no município causadas por precipitações severas que ocorrem tanto na bacia do rio Cacheira quanto a montante do rio Negro. Assim, a construção da galeria não justifica o investimento para a redução de inundações na área urbana de Rio Negrinho. Em situações reais, os custos de uma intervenção estrutural desse tipo seriam elevados, sem considerar os significativos impactos ambientais negativos. Além disso, em cenários de precipitação extrema, a galeria teria efeito pouco significativo na mitigação de inundações. Portanto, reitera-se a necessidade de considerar alternativas, principalmente, relacionadas às medidas não-estruturais e às medidas estruturais baseadas na natureza.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desse projeto foi o apoio ao desenvolvimento de ações prioritárias não-estruturais para redução do risco a inundações na área urbana de Rio Negrinho. Para isso, quatro objetivos específicos foram delineados e envolveram diversas atividades como, por exemplo, medições de variáveis hidrológicas em campo, visitas a comerciantes para aumentar a participação social, modelagem computacional, dentre outras.

A melhor compreensão do comportamento hidrológico do rio Negrinho requer o estabelecimento da relação entre cota da água e a sua vazão. A partir de medições de vazão em campo e da regionalização de dados, foi elaborada a equação de curva-chave para a seção transversal do rio Negrinho, onde ocorre a captação de água pelo SAMAЕ. Além disso, foi apresentada a metodologia para atualização da curva-chave com base em dados regionalizados. No entanto, ressalta-se a importância de profissionais capacitados trabalharem continuamente na aquisição de dados e estudo das complexidades da curva-chave nessa seção do rio para o aperfeiçoamento da equação gerada pelo presente trabalho. Também é importante ampliar as medições e análises em outros trechos do rio, para que seja possível compreender melhor a dinâmica inteira da bacia hidrográfica.

Percebe-se que, caso o ponto do SAMAЕ armazenasse a série histórica dos dados de nível medidos, esta relação entre a estação do CEMADEN com a estação do SAMAЕ não seria necessária. Como este ponto é gerenciado diretamente pelo SAMAЕ, considera-se como importante que se desenvolva um sistema automático de medição e armazenamento do nível medido na estação da SAMAЕ.

Para facilitar a compreensão das áreas suscetíveis a inundação na área urbana do município de Rio Negrinho e também contribuir para o aumento da conscientização, foi elaborado um WebGIS com diferentes cenários de inundação. Essa ferramenta possibilita que o usuário relate o valor da cota na régua do SAMAЕ com a área inundável e identifique a situação em que seu estabelecimento ou residência é afetado

pela inundação. Assim, é possível aprimorar medidas de prevenção e preparação, reduzindo os riscos e aprimorando a resposta à inundação.

Outra ação prioritária foi a elaboração de diretrizes para apoiar o desenvolvimento de planos de contingência pelos próprios comerciantes. Ao fomentar a auto-proteção dos comerciantes, além de mitigar os danos causados pelas inundações, a preparação da comunidade local para responder às emergências pode auxiliar em uma recuperação e retorno das atividades mais rápidos.

Mediante demandas da população, investigou-se o efeito nas inundações na área urbana do município de Rio Negrinho considerando uma alteração na confluência entre rio Negrinho e rio Negro. Os resultados obtidos por meio de simulação demonstraram que a construção dessa obra não geraria redução significativa nas inundações severas. Assim, entende-se que a hipótese foi invalidada, sendo descartada essa alternativa.

Reitera-se que as inundações são fenômenos naturais que, devido às alterações no uso e ocupação do solo e das mudanças climáticas, estão se intensificando. Assim, é necessário superar a ideia de controle do rio e aprender a conviver. Ao ampliar o conhecimento sobre o comportamento do rio como, por exemplo, entendendo as áreas inundáveis, as relações entre os níveis d'água e vazão, e também compreendendo as vulnerabilidades da sociedade, seja da residência, do comércio, é possível planejar como lidar melhor em situação de inundações e reduzir os riscos e os impactos.

Além disso, com base no presente projeto, algumas recomendações devem ser mencionadas, como descrito nas seções seguintes.

6.1 MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO DO CEMADEN

O CEMADEN possui uma estação telemétrica com monitoramento de chuva e de nível d'água, localizada na ponte do Ipirange, entre as ruas Martin Zipperer e Rua Roberto Ferreira de Lima, à jusante do ponto da captação do SAMAЕ. Desde janeiro de 2024, essa estação não está em funcionamento, como pode ser identificado ao consultar os dados da estação em <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>. Visando

o restabelecimento de sua operação, foi realizado um protocolo de solicitação via plataforma Fala BR. Como resposta ao protocolo, foi informada a necessidade de troca do chip instalado no instrumento e a atualização do *software*. No entanto, a visita para manutenção está agendada para Junho de 2025, sendo possível ocorrer antes, caso consigam as peças.

Recomenda-se aos responsáveis do município contatarem a Defesa Civil Estadual para que, por intermédio deles, seja ratificada a urgência da solicitação para o mais rápido retorno da operação dessa estação, pois o prazo de junho de 2025 prejudica severamente a série histórica da medição, afetando negativamente possíveis estudos da região.

6.2 REBAIXAMENTO DA RÉGUA DO SAMAE

O monitoramento das cotas do rio Negrinho é de suma importância, entretanto, evidencia-se que, por vezes, seu escoamento está abaixo da cota 0,00 m. Dessa forma, recomenda-se o rebaixamento das réguas de medição de cota no rio para o monitoramento mais adequado dos níveis de água. Ao ajustar a altura das réguas, é possível captar variações de nível em faixas mais baixas, permitindo uma leitura mais detalhada e precoce dos aumentos no volume do rio. Esse monitoramento contínuo auxilia na identificação de tendências de aumento da cota, possibilitando a emissão de alertas antecipados e a ativação de planos de contingência.

Para situações de falta de água, as cotas mais baixas são essenciais para a tomada de medidas de racionamento de água. Aqui, enfatiza-se a tendência global de mudanças climáticas, o que aumenta a frequência de eventos extremos, seja de máximas ou de mínimas.

6.3 DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA REGISTRO DE INUNDAÇÕES

A criação de um método sistemático e preciso para o registro de eventos de inundações é essencial para a compreensão dos eventos de inundação no município de

Rio Negrinho. A seguir, alguns procedimentos são sugeridos visando contribuir para o desenvolvimento de um método para registro de inundações que possibilite a aquisição dos dados não-sistemáticos buscando reduzir as incertezas e permita o uso dos dados em estudos posteriores. Reitera-se que o protocolo deve conter dados que permitam uma compreensão posterior do evento e a correlação com outras informações, tais como as condições meteorológicas, os níveis do rio Negrinho e rio Negro.

Recomendações de itens a serem registrados sobre os eventos de inundações:

- Data e o horário de início e término do evento, por meio de uma ficha de campo ou um aplicativo de celular de mapeamento e coleta de dados geoespaciais, como SW Maps.
- Pontos de inundações, preferencialmente, indicando as coordenadas geográficas. Caso seja viável e seguro, pode-se contornar a área inundada delimitando-a com o uso de aplicativos, como o SW Maps.
- Valores da altura da lâmina da água na área inundada, caso seja seguro, ou registros fotográficos focando nos pontos críticos e nos danos visíveis. As fotos devem conter pontos de referência, como postes ou fachadas de edifícios, para auxiliar na interpretação da altura da água, e serem capturadas de diferentes ângulos, documentando a extensão e o impacto do evento. Ressalta-se que a organização das imagens por local, data e hora, em um sistema de arquivo digital, facilita a rastreabilidade e permite a comparação ao longo do tempo.
- Quantificação dos danos sofridos buscando identificar padrões de vulnerabilidade específicos.
- Condições meteorológicas, como intensidade de chuvas, presença de ventos fortes, bem como outras características que possam contribuir para compreensão do evento.
- Altura da régua do SAMAE ao longo do tempo, com destaque ao valor do pico da inundações, permitindo relacionar a evolução do nível do rio ao longo do tempo

com as áreas inundadas.

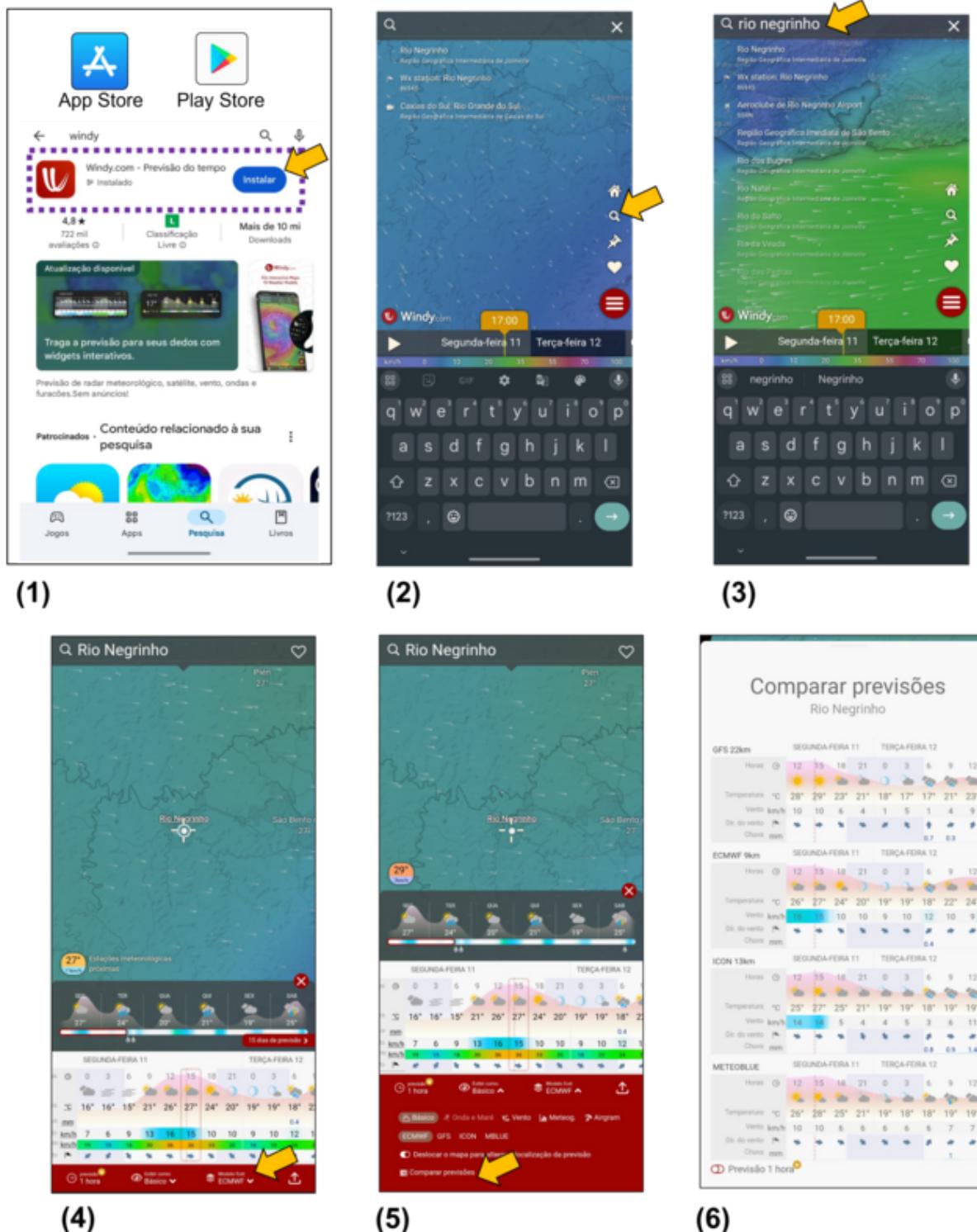
Deve-se ter atenção especial no armazenamento destas informações, ou seja, o inventário digital ou físico deve estar em um local adequado e seguro de intempéries. Assim como deve ser garantida a possibilidade de sua consulta pela sociedade ou instituições interessadas.

6.4 VISUALIZAÇÃO DE DADOS CLIMÁTICOS POR MEIO DO APLICATIVO WINDY

Mediante eventos chuvosos, além dos avisos da Defesa Civil de Santa Catarina, a população pode acessar dados sobre condições climáticas, e isso pode ser feito pelo aplicativo e plataforma *online Windy*, ambos disponibilizados gratuitamente. Esse aplicativo fornece previsões meteorológicas detalhadas sobre diversas condições climáticas, como vento, chuva, temperatura, pressão atmosférica, ondas e mais. Ele pode ser instalado gratuitamente em sistema Android por meio do *Google Play Store* e em sistema iOS por meio do *App Store* (Figura 25 (1)). Além disso, pode ser acessado pela página eletrônica oficial <https://www.windy.com>.

Para acompanhar a previsão do tempo em Rio Negrinho pelo Windy, o aplicativo pode ser acessado pelo celular. Inicialmente, deve-se localizar o município por meio da lupa à direita da tela (Figura 25 (2)). Ao abrir o teclado, é necessário digitar "Rio Negrinho" e escolher a opção "Rio Negrinho Região geográfica intermediária de Joinville" (Figura 25 (3)). Na sequência, irá aparecer um quadro com dados de temperatura, chuva, vento, rajadas de vento e direção do vento baseado em um dos modelos globais de previsão do tempo. Para comparar as previsões de diversos modelos meteorológicos diferentes, e assim, ter mais confiança na previsão apresentada, é necessário clicar na terceira opção da barra vermelha onde está escrito "Modelo fcst: ECMWF" (Figura 25 (4)) e, em seguida, em "Comparar previsões" (Figura 25 (5)). A tela seguinte, ilustrada em Figura 25 (6), disponibiliza as previsões baseadas em quatro modelos globais de previsão, com dados climáticos referentes a cada 3 horas com horizonte de previsão de 5 dias, exceto para o modelo de previsão ICON 13km, que é 4 dias.

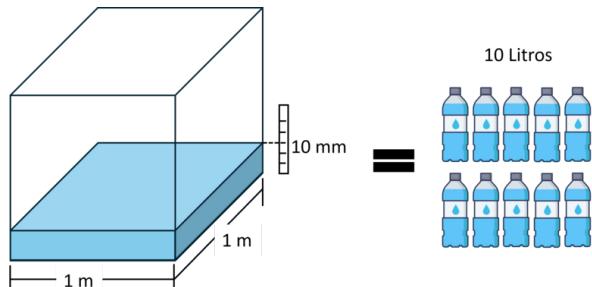
Figura 25 – Indicações de instalação e uso do aplicativo Windy.



Fonte: Os autores (2024).

A unidade de medida utilizada para os acumulados de chuva é o milímetro (mm). De modo que uma previsão de chuva indicando 10 mm representa a possibilidade de ocorrência de 10 litros (L) de chuva em uma área de 1 metro quadrado (m^2) (Figura 26).

Figura 26 – Visualização de 10 mm de chuva representa um volume de chuva equivalente a 10 litros de água a cada 1 m² de área.



Fonte: Os autores (2024).

É importante esclarecer que se trata de uma previsão do tempo baseada em modelos meteorológicos globais, de modo que os resultados podem apresentar variações comparados com o cenário real. Ao se comparar quatro modelos diferentes, podemos ter uma ideia do que pode ou não ocorrer, com maior probabilidade de assertividade. Caso apenas um modelo esteja mencionando chuvas intensas, existe uma baixa probabilidade de isso ocorrer. Caso todos os modelos apresentem chuva intensa, existe uma grande probabilidade deste fenômeno ocorrer.

Esta é uma ferramenta complementar para a população acompanhar as condições climáticas durante a chuva e para os dias seguintes. Recomenda-se que a população se habitue a olhar diariamente a previsão do tempo e busque compreender a assertividade das previsões para o seu local.

6.5 DESENVOLVIMENTO DAS ROTAS SEGURAS DE INUNDAÇÃO

Planejar e sinalizar rotas seguras em áreas suscetíveis a inundações, como o centro de Rio Negrinho, é fundamental para minimizar riscos e proteger vidas. A criação de rotas bem definidas permite evacuações rápidas e orientadas. As rotas precisam ser estrategicamente planejadas com base nos mapeamentos das áreas inundáveis e de perigo de inundaçāo, priorizando o deslocamento seguro da população para os pontos de abrigo, que devem ser amplamente divulgados.

A sinalização deve ser clara, com placas visíveis e de fácil interpretação para

guiar tanto a população local quanto visitantes, mesmo em condições adversas, como chuvas intensas. Isso inclui a utilização de cores e símbolos universais que indiquem direção, rotas alternativas e pontos de apoio, possibilitando deslocamento seguro em momentos de crise.

Além disso, rotas planejadas e sinalizadas de maneira eficaz auxiliam as equipes de resgate, oferecendo acesso seguro e ágil às áreas afetadas. Esse planejamento colabora para que as ações de resgate sejam mais precisas, reduzindo danos e acelerando o processo de recuperação da comunidade após o evento de inundação.

6.6 APOIO DE INSTALAÇÕES FÍSICAS AOS COMERCIANTES

Durante as conversas com os comerciantes, um dos entrevistados sugeriu a alocação de contêineres em ruas mais elevadas para servirem como local de armazenamento para alguns de seus itens em situação de inundação. Isso se justifica pela dificuldade, em muitos casos, de conseguir veículos e pessoas para retirar todos os materiais, bem como a dificuldade no deslocamento e armazenamento.

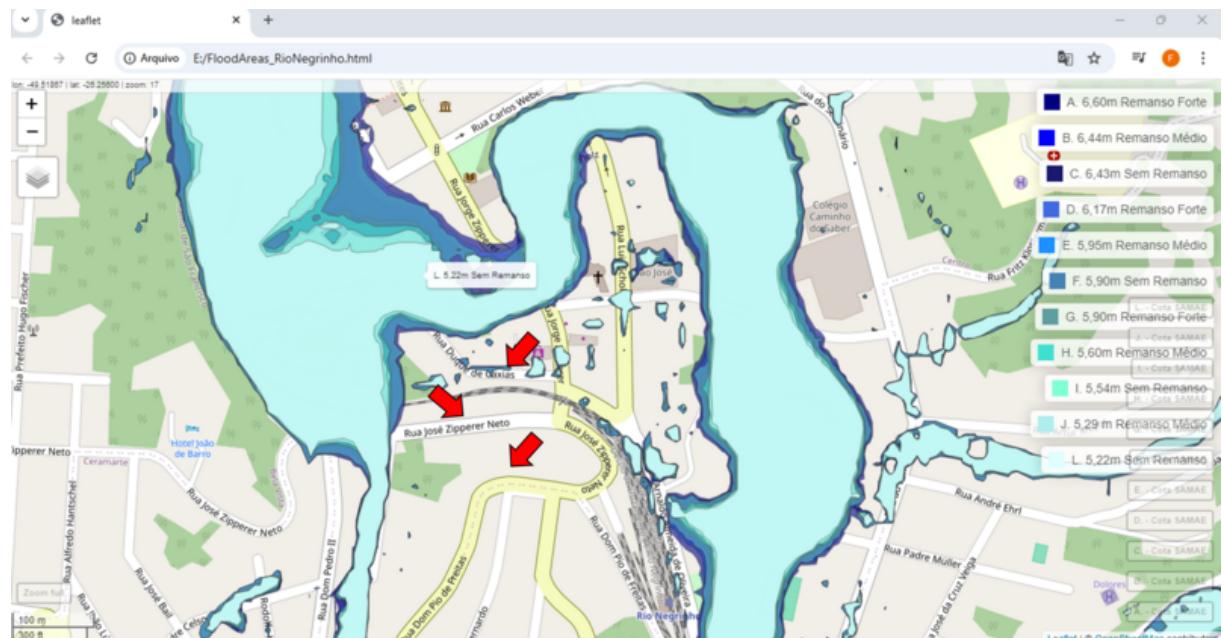
Dessa forma, a partir dos mapas das áreas suscetíveis a inundação apresentados no capítulo 3 do presente estudo e com base nas sugestões realizadas pelo entrevistado, considerou-se que as proximidades da estação ferroviária podem ser propícias para esse fim. Os contêineres podem ser alocados em ruas como Rua Duque de Caxias, Rua Dom Pio de Freitas, Rua José Zipperer Neto (Figura 27). A proximidade com a estação ferroviária pode ser benéfica para o fornecimento de energia elétrica, fundamental para suprir demandas como refrigeração. Além disso, a segurança contra roubos e furtos poderia focar esforços no monitoramento desse local.

As ruas mencionadas são apenas sugestões, outras ruas podem ser consideradas para a alocação dos contêineres. Ao escolher o local, recomenda-se visualizar os mapas das áreas suscetíveis a inundação pelo WebGIS. As áreas de inundação que estão desconectadas da área principal inundada referem-se a possíveis problemas de alagamentos, isto é, possíveis falhas no sistema de microdrenagem. Portanto, os con-

têineres poderiam ser alocados nessas áreas desde que exista sistema de drenagem eficiente.

Os contêineres não precisam permanecer constantemente no local, podem estar depositados em outra região, que seja de fácil acesso e com transporte garantido em caso de inundação iminente. Para ser efetiva, é necessário que haja uma coordenação organizada envolvendo entidades e Poder Público.

Figura 27 – Mapa das áreas sujeitas a inundação em diferentes cenários e sugestão de ruas apontadas com setas em amarelo.



Fonte: Os autores (2024).

**APÊNDICE A – DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE
CONTINGÊNCIA INDIVIDUAL PARA O COMÉRCIO A INUNDAÇÃO**

	DIRETRIZES	2024
DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA INDIVIDUAL PARA O COMÉRCIO A INUNDAÇÃO		

SUMÁRIO

DISPOSIÇÕES INICIAIS.....	1	Plano.....	4
Objetivo.....	1	Desenvolvimento do Tópico 5 – Fase de Inundação.....	5
Bibliografia.....	1	Desenvolvimento do Tópico 6 – Desativação do Plano.....	5
Terminologia.....	2		
Aplicação.....	2		
CONSTRUÇÃO DO PLANO.....	2	DISPOSIÇÃO FINAL.....	6
Sugestão Inicial.....	2	REFERÊNCIAS.....	6
Adição de Informação.....	2	APÊNDICE A.....	7
Desenvolvimento Do Tópico 2 - Análise Institucional.....	3	APÊNDICE B.....	8
CENÁRIOS DE INUNDAÇÃO.....	4	APÊNDICE C.....	9
Desenvolvimento do Tópico 4 – Efetivação do		APÊNDICE D.....	11
		APÊNDICE E.....	16

DISPOSIÇÕES INICIAIS

Objetivo

1. Este documento estabelece diretrizes para a elaboração do Plano de Contingência Individual para o Comércio (PCIC), destinado aos estabelecimentos comerciais do município de Rio Negrinho, em Santa Catarina.

Bibliografia

2. Bibliografias utilizadas para a elaboração das diretrizes:

- I - Constituição da República (1988);
- II - Constituição do Estado de Santa Catarina (1989);
- III - Lei Federal nº 12.608 (2012) – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil;
- IV - Lei Federal nº 12.340 (2010) - Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC);
- V - Lei Estadual nº 15.953 (2013) - Política Estadual de Proteção e Defesa Civil de Santa Catarina;
- VI - Mapeamento de Risco a Inundação da Área Urbana de Rio Negrinho e Avaliação de Ações Prioritárias - MONTEIRO, VANELLI, DUARTE (2023);
- VII - Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil - Inundações e Movimento Gravitacional de Massa – Rio Negrinho/SC (2021).

Terminologias

3. As seguintes terminologias são adotadas neste documento:

I - Plano de Contingência: Documento que registra o planejamento para eventos adversos, com responsabilidades definidas para pessoas, grupos ou organizações, prioridades, medidas iniciais e a forma de utilização dos recursos;

II - Inundação: Processo em que as águas do rio transbordam devido às chuvas e ocupam áreas mais baixas (planície de inundação);

III - Perigo: Potencial da inundação causar danos à vida humana, ao meio ambiente e aos bens materiais;

IV - Risco: Relação entre o perigo (aspecto físico) e a vulnerabilidade socioeconômica (aspecto social), onde também pode ser compreendido como o desastre em potencial;

V - Pré-Desastre: Período de estudos e planejamentos antes da ocorrência uma inundação;

VI - Desastre: Consequência de eventos adversos, naturais ou não, que causam danos humanos, materiais e ambientais, resultando em prejuízos econômicos e sociais. Neste documento será tratado apenas sobre desastres associados a inundações;

VII - Pós-Desastre: Período de recuperação, com ações voltadas ao retorno à normalidade após o evento;

Aplicação

4. Este documento tem como objetivo auxiliar e estabelecer diretrizes para a criação do Plano de Contingência Individual para o Comércio, aplicável aos estabelecimentos comerciais da cidade de Rio Negrinho, SC.

Este documento foi validado por meio do desenvolvimento de um plano comercial, que está disponível como exemplo de aplicação em anexo a esse documento, assim como o arquivo em formato editável para uso como modelo.

CONSTRUÇÃO DO PLANO

O PCIC tem uma estrutura pré-definida, e o responsável pela sua elaboração deve preencher os campos indicados, fazendo as adaptações necessárias, para se adequar melhor a sua realidade.

Sugestão Inicial

5. Recomenda-se que o responsável faça *download* do documento em formato editável, permitindo a personalização nos

campos indicados com a formatação original. Em caso de dúvidas, sugere-se a consulta do PCIC modelo, disponível no Anexo A, como exemplo.

Adição de Informação

6. No documento disponibilizado como modelo, há espaços específicos a serem preenchidos. Clique nos campos em cinza claro e insira as informações solicitadas (Figura 1).

Figura 1 - Recorte de parte do Plano Institucional de contingência.

O presente plano foi elaborado para ser aplicado na [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#), localizado na [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#), nº [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#), bairro [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#), na cidade de [Clique ou toque aqui para inserir o texto..](#)

Fonte: Autores, 2024.

Ressalta-se que ao clicar nos espaços a serem preenchidos, aparece na parte superior da caixa selecionada qual informação deve ser inserida no local, conforme Figura 2.

Figura 2 - Recorde do documento ao clicar nos espaços para inserir o texto.

do na [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#), nº [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#) Clique ou toque aqui para inserir o texto., nome do Bairro [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#), bairro [Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#), n[Clique ou toque aqui para inserir o texto.](#)

Fonte: Autores, 2024.

Dessa forma, há espaços a serem preenchidos em todo o documento. Em alguns casos, serão solicitadas algumas informações sobre o estabelecimento comercial e, em outros casos, é necessário que o responsável discorra sobre o assunto. Acompanhe os tópicos a seguir para o desenvolvimento do PCIC.

Desenvolvimento do Tópico Contatos de Emergência

7. Contato de Emergência: Deve-se preencher a tabela presente no documento com os nomes completos e números de telefone dos responsáveis pelo

estabelecimento e das pessoas que irão auxiliar em situações de inundação. Devem ser incluídos os dados de todos que possam auxiliar na resposta ao evento.

Desenvolvimento Do Tópico 1 – Sobre o Documento

8. Neste tópico, solicita-se o nome e o endereço completo do estabelecimento comercial.

Desenvolvimento Do Tópico 2 - Análise do Estabelecimento

9. No início deste tópico, há duas formas de preenchimento das informações: descrição, onde deve ser inserido um texto correspondente às informações solicitadas; e múltipla escolha, onde o responsável seleciona a opção.

10. Nesta seção, deve-se informar a localização do estabelecimento comercial, a cota crítica da régua do SAMAE, com e sem remanso, e indicar se o local está em uma zona de perigo de inundação, em caso positivo, deve ser informado o índice de perigo, caso contrário escrever “não se aplica”. Para isso, é necessário que o local seja analisado conforme o Anexo A.

11. Em seguida, deve-se descrever os aspectos físicos do estabelecimento. Nesta seção, é necessário descrever as características físicas da edificação, incluindo a área construída (em metros quadrados), o número de pavimentos e a localização das áreas de armazenamento.

12. Funcionamento: Nesse tópico, é necessário descrever o funcionamento do estabelecimento, destacando aspectos relevantes para a redução de perdas em caso de inundações, como o tipo de serviços prestados, a quantidade de funcionários e o horário de funcionamento (em que tem pessoas trabalhando no ambiente).

CENÁRIOS DE INUNDAÇÃO

A fim de compreender o contexto das inundações no município, a Prefeitura de Rio Negrinho, em parceria com a Defesa Civil Municipal, estabeleceu a situação do nível de evolução dos eventos de inundação no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON), apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Situação do nível de evolução dos eventos de inundação.

Normal	Atenção	Alerta	Emergência
Não há indícios de inundação	Período prolongado de precipitação, resultando na saturação do solo	Evolução das condições da Situação de ATENÇÃO	Evolução das condições do estado de ALERTA
Não houve período prolongado de chuva suficiente capaz de saturar o solo	Quando houver previsão de chuva intensa regional que possa causar inundações	Previsão de chuvas de intensidade elevada e por período prolongado	Efetivação de precipitação igual ou superior ao previsto
A chuva prevista e os níveis dos rios monitorados, estão dentro da normalidade	O nível do rio Negrinho atingir 786,0 m e cota de 3,0 m na régua instalada na Estação de Captação do SAMAE e o nível estar subindo	O nível do rio Negrinho atingir 786,5 m e cota de 3,5 m na régua instalada na Estação de Captação do SAMAE	O nível do rio Negrinho atingir 787,0 m e cota de 4,0 m na régua do SAMAE (O rio transborda e invade ruas/imóveis)
Os níveis dos rios estão estabilizados	Acionamento do PAE, coordenação geral para avaliação e possível acionamento da estrutura operacional	Após avaliação da coordenação geral e convocação da coordenação operacional G.R.A.C. e as demais coordenações	O G.R.A.C. e o PLANCON iniciam suas atividades e ações de atendimento à população e ações de contenção

Fonte: Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil de Rio Negrinho, 2021.

Recomenda-se que o PCIC seja ativado sempre que a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil emitir boletins com a situação de Alerta, o nível de água do rio Negrinho estiver se aproximando a cota crítica e/ou os responsáveis pelo estabelecimento entenderem que é necessário.

Desenvolvimento do Tópico 4 – Ativação do Plano

13. Responsáveis: Deve-se avaliar a hierarquia para estabelecer os responsáveis pela ativação e gerenciamento do PCIC.

Deve-se considerar, casos da ausência dos proprietários do comércio. Os outros subtópicos do Tópico 4 são padronizados e não exigem alteração.

Nota 3 – Exemplo:

O Plano Comercial de Contingência poderá ser ativado pelos proprietários e, se necessário, em sua ausência, pelo gerente do estabelecimento.

Desenvolvimento do Tópico 5 – Fase de Inundação

14. Pré-Desastre: A fase de pré-desastre ocorre em tempos de normalidade e envolve estudos e planejamento para minimizar perdas. Deve-se desenvolver o PCIC, compreender o funcionamento do estabelecimento e armazenar itens necessários para emergências.

I - Responsáveis: A mesma estrutura hierárquica desenvolvida no **número 13.** deve ser utilizada neste tópico.

II - Procedimentos: Este subtópico no PCIC tem dois subtópicos:

Elaboração do PCIC;

Itens de Emergência: o responsável pelo plano poderá ajustar os itens do kit de acordo com as suas necessidades.

Dessa forma, o único local de alteração é

“Itens de Emergência”, no qual será necessário fazer a análise do comércio e dimensionar os itens conforme necessidade. Aconselha-se considerar os itens descritos no Apêndice B.

15. Desastre

O procedimento consiste em ações para reduzir as perdas com a iminência de uma inundação. O plano deve ser personalizado pelos responsáveis do PCIC. Um procedimento genérico está disponível no Apêndice C como modelo.

Desenvolvimento do Tópico 6 – Desativação do Plano

16. A desativação do plano deve ocorrer de forma organizada e previamente planejada, tendo a segurança dos funcionários como prioridade. A transição para as fases de reabilitação e reconstrução deve ocorrer sem comprometer a integridade dos envolvidos.

Responsáveis: A mesma estrutura hierárquica desenvolvida no **número 13.** deve ser utilizada neste tópico.

Procedimentos: Cabe ao responsável decidir quando será o retorno do funcionamento do estabelecimento, considerando que todo o local esteja adequado para o retorno.

Conforme orientações da Defesa Civil de Santa Catarina, caso existam escombros e lama decorrentes da inundação, estes devem ser retirados, assim como todos os objetos que tiveram contato com a água da inundação devem ser lavados e desinfetados, caso seja possível, se não o mesmo deve ser

descartado. Deve-se verificar também a estabilidade estrutural do edifício por responsáveis técnicos, caso seja necessário.

Desenvolvimento do Tópico 7 – Atualização do Plano

17. Após a finalização do PCIC, é essencial que os responsáveis pelos comércios compartilhem o documento com seus funcionários, detalhando a estrutura e as ações planejadas para enfrentar situações emergenciais. Esses encontros devem proporcionar uma compreensão clara sobre como mapear os riscos específicos de cada local, traçar estratégias personalizadas de mitigação, e preparar as equipes para reagir de forma rápida e eficiente diante de uma inundação.

A realização de simulados práticos é fortemente recomendada para identificar vulnerabilidades não facilmente perceptíveis. Contudo, caso a realização de simulados não seja viável, é crucial que, após cada ativação do plano, sejam analisados erros e ajustes imediatos sejam feitos no PCIC, garantindo que a resposta em futuros eventos seja mais precisa e eficaz.

18. Por fim, deve-se continuamente avaliar e aprimorar o PCIC, buscando sempre formas de torná-lo mais robusto e adaptado à realidade de seu estabelecimento.

DISPOSIÇÃO FINAL

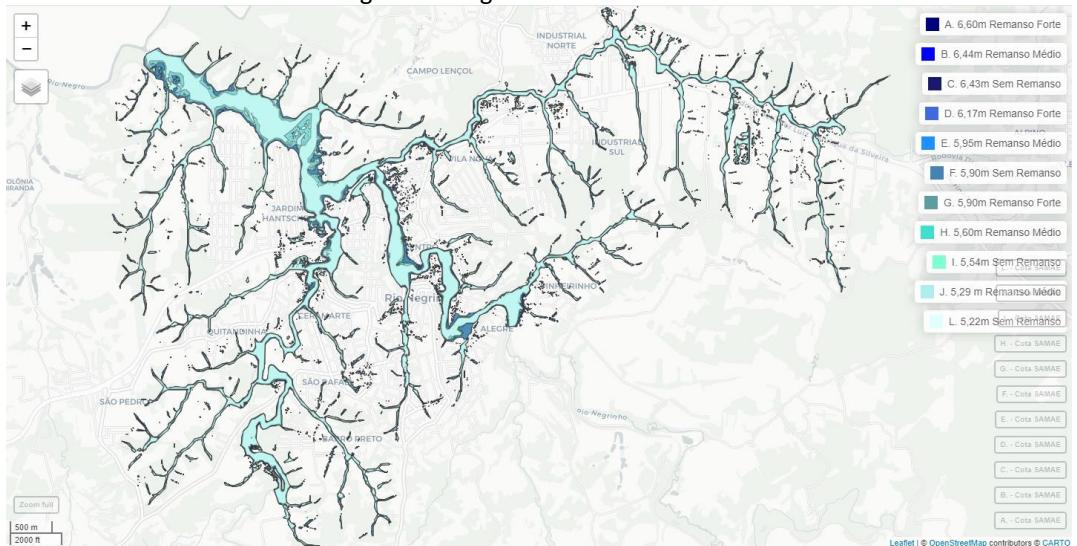
19. Este documento aplica-se exclusivamente ao território do município de Rio Negrinho, Santa Catarina.

APÊNDICE A – ANÁLISE DE NÍVEL CRÍTICO E RISCO DE PERIGO

A ferramenta Web-GIS facilita a visualização dos cenários de inundação simulados e pode ser utilizada para conscientizar a população e para auxiliar no preenchimento do PCIC. Os mapas disponibilizados, gerados a partir de modelos hidrológicos e hidrodinâmicos, foram validados com dados de inundações passadas. Esses mapas têm como principal objetivo apresentar, de forma acessível, diferentes cenários de inundação, relacionando-os com os níveis da régua limnimétrica localizada próximo à captação de água do SAMAE-RN. Por meio dessa visualização, o usuário pode selecionar e analisar cenários específicos, identificando quais situações de inundação podem afetar seu estabelecimento. Assim, é possível visualizar claramente as áreas de Rio Negrinho com maior risco de inundação à medida que o nível do rio Negrinho atinge diferentes cotas.

Para acessar o Web-GIS, basta visitar o site do LaCiA - UDESC e abrir através de duplo click no arquivo. Todos os cenários simulados serão exibidos, conforme demonstrado na Figura 3. O ajuste do zoom, ou seja, para aproximação nas áreas de interesse pode ser feito por meio dos botões “+” e “-” no canto esquerdo superior da tela indicada com um retângulo azul e número 1 na Figura 4 ou utilizando o *scroll* do mouse, de forma similar ao Google Earth, proporcionando uma navegação intuitiva pelos cenários simulados.

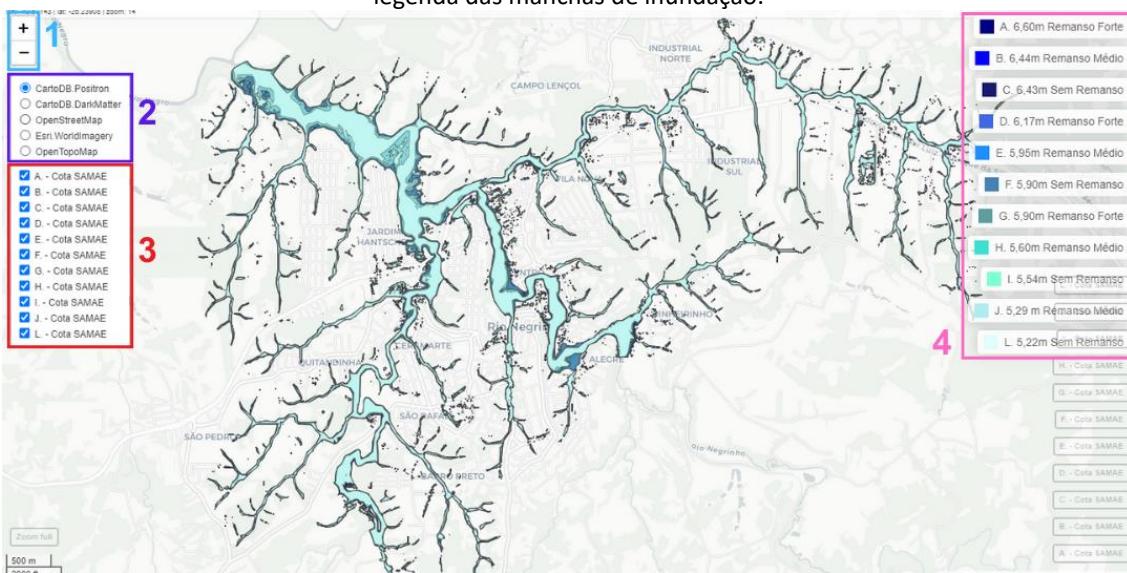
Figura 3 – Página inicial do Web-GIS.



Fonte: Autores.

Figura 4 – Apresentação dos itens do Web-GIS. Item 1 representa a possibilidade de se afastar ou se aproximar visualmente; item 2 representa a possibilidade da mudança no plano de fundo; item 3

representa as camadas ativas para a visualização das manchas de inundação; item 4 representa a legenda das manchas de inundação.

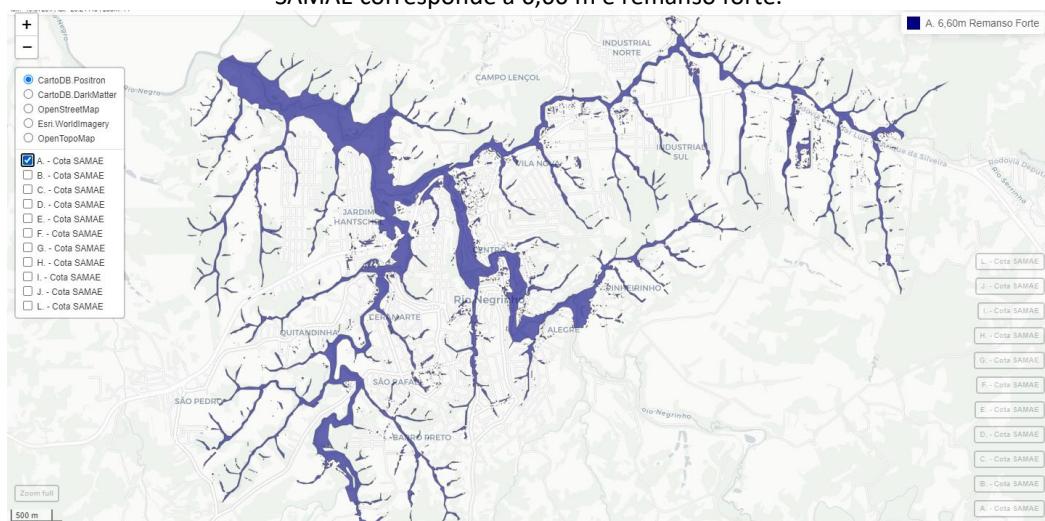


Fonte: Autores.

A partir dessa interface, é possível selecionar o mapa de plano de fundo desejado utilizando uma das opções listadas no quadro à esquerda da tela, sinalizado na Figura 4 pelo número 2 e quadro roxo. Para visualizar um cenário de inundação em específico, basta clicar em uma das opções disponíveis no quadro vermelho número 3, ativando ou desativando os cenários. Nesse quadro é possível escolher um ou mais cenários de inundação para visualização. Cada letra nessa linha corresponde a um cenário simulado, enquanto no quadro rosa de número 4 é exibido o resultado das opções ativadas, facilitando a análise dos diferentes cenários de inundação.

Ao selecionar a opção "A-Cota SAMAE", por exemplo, apenas um dos cenários será exibido, e a legenda correspondente à leitura da régua do SAMAE aparecerá à direita da tela (Figura 5). A legenda também fornecerá informações sobre a condição de remanso considerada, permitindo uma interpretação mais precisa das condições hidrológicas representadas na simulação. Considera-se uma situação com remanso quando o rio Negro estiver em altura elevada, impedindo o livre escoamento da água do rio Negrinho. Esta situação pode ocorrer para períodos mais longos de chuva (mais de 3 dias aproximadamente), principalmente em regiões mais a montante do rio Negro.

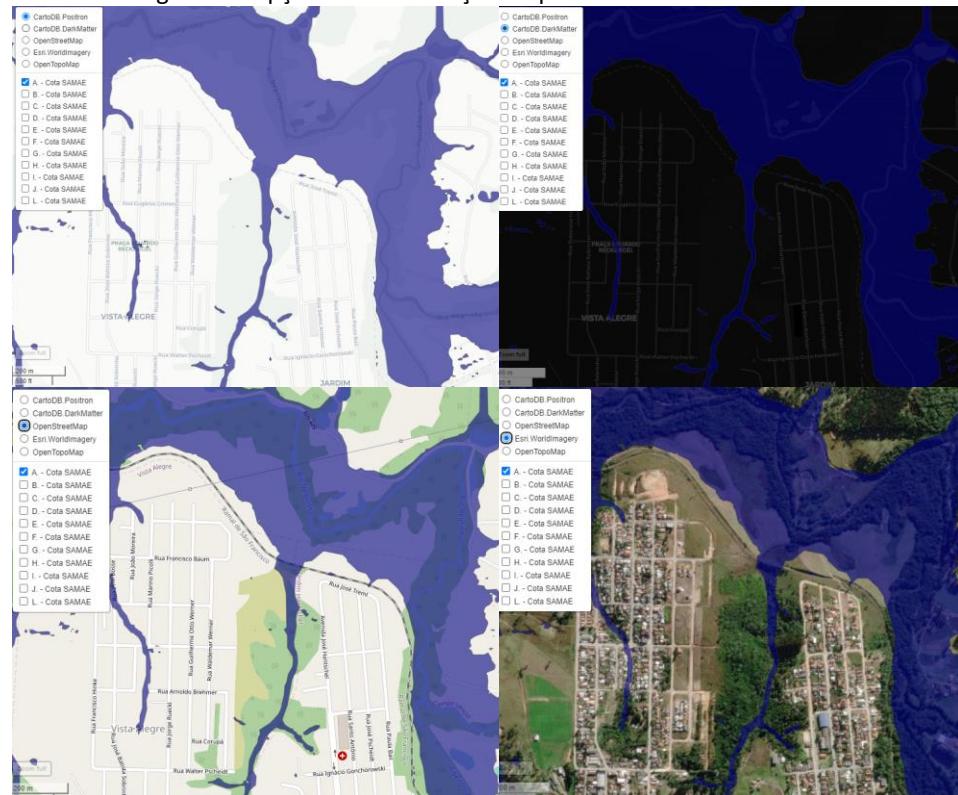
Figura 5 – Exemplo de visualização do cenário correspondente ao cenário de inundaçao A, cuja cota no SAMAE corresponde a 6,60 m e remanso forte.



Fonte: Autores.

Além disso, o mapa do plano de fundo pode ser alterado, de forma a possibilitar diferentes superfícies de visualização. Estão disponíveis cinco opções de superfície de visualização (Figura 3 – quadro roxo número 2), de modo que o usuário pode selecionar apenas uma opção. Essa funcionalidade permite explorar os cenários de inundação com diferentes superfícies como plano de fundo, o que pode enriquecer a compreensão dos usuários (Figura 6).

Figura 6 – Opções de visualização de plano de fundo do Web-GIS



Fonte: Autores.

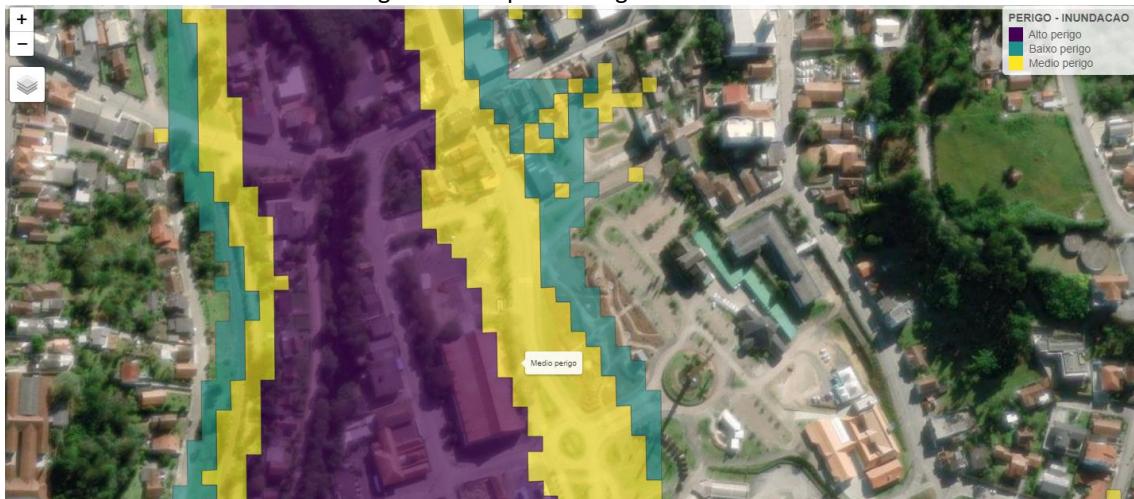
Assim, indica-se que, inicialmente, o usuário busque dentre as opções, o plano de fundo que colabore para a localização de sua área de interesse. Posteriormente, pode ativar ou desativar os cenários de inundação (quadro vermelho de número 3) para que consiga identificar a cota da régua do SAMAE na qual o estabelecimento é afetado pela inundação. Ao clicar em cima da área inundada, aparecerá uma caixa de informações sobre aquele local clicado, como apresentado na Figura 7.



Fonte: Autores.

Além disso, com base nos resultados de Monteiro, Vanelli e Duarte (2023), os mapas de perigo foram disponibilizados no Web-GIS possibilitando identificar o índice de perigo de determinado local. Dessa forma, por exemplo, pode-se observar que regiões próximas à prefeitura de Rio Negrinho apresentam índice alto mais próximo do rio, que se torna médio e posteriormente baixo à medida que nos aproximamos da prefeitura, até não existir mais perigo, conforme indicado pelas cores na Figura 8.

Figura 8 – Mapa de Perigo no Web-GIS.



Fonte: Autores.

Os estudos foram baseados nos dados hidrológicos disponíveis e na representação dos fenômenos por meio de simulações hidrológicas e hidrodinâmicas realizadas em programas computacionais, sendo, portanto, aproximações da realidade. Os resultados obtidos foram validados com informações de inundações passadas, bem como por membros da população. No entanto, podem ocorrer algumas inconsistências em relação às condições observadas no campo. Caso algum problema seja identificado, solicita-se que a mesma seja reportada ao Prof. Leonardo por meio do e-mail leonardo.monteiro@udesc.br.

APÊNDICE B – ITENS DE EMERGÊNCIA

Os itens a seguir são dimensionados para garantir que o estabelecimento tenha suprimentos essenciais e ferramentas necessárias para reduzir os impactos da inundação. Abaixo estão os componentes mínimos sugeridos para compor o kit de emergência para inundações:

- Kit de Ferramentas Multiuso:

Durante inundações graduais, ter algumas ferramentas e equipamentos versáteis pode ser útil para lidar com diferentes situações que podem. Podem ser inclusos em um kit de ferramenta multiuso: chave de fendas, alicate para desligar eletrodomésticos, canivete, entre outros. Deve-se escrever no documento oficial do PCIC todas as ferramentas que farão parte desse kit de ferramenta multiuso.

- 30 metros de Corda de Propileno Náutica:

Útil para auxiliar no processo de inundação, podendo servir para socorrer pessoas ou mover objetos.

- Rádio AM a pilha

Em situação que o município fique em energia e acesso à internet, o rádio a pilha é a ferramenta mais versátil para se conseguir informações valiosas para o momento.

- Lanternas

Em situação de falta de energia elétrica, lanternas facilitam a locomoção e compreensão da situação no escuro.

- Carregadores Portáteis (Power Banks)

Em situação de falta de energia elétrica, o carregador portátil permite o carregamento de celulares e lanternas caso seja necessário.

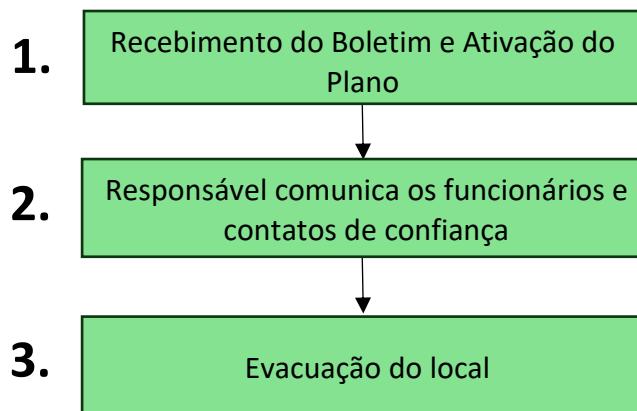
- Apitos

O apito é um ótimo sinalizador sonoro, podendo ser útil para pedir socorro, ou avisar a sua presença para outras pessoas.

APÊNDICE C – PROCEDIMENTO GENÉRICO PARA O ESTABELECIMENTO COMERCIAL QUE ESTÁ OU NÃO EM ZONA DE PERIGO.

Neste tópico é necessário que seja considerado o cenário de inundação na instituição, considerando a edificação e os funcionários. A partir da sugestão a seguir, deve-se personalizar os procedimentos de ação conforme a instituição.

PROCEDIMENTOS PARA ATIVAÇÃO DO PLANO



Desenvolvimento do procedimento acima:

- Recebimento do boletim e ativação do Plano:

Após a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil monitorar a situação do município e identificar as situações de alerta ou emergência, a coordenadoria emitirá o boletim oficial através dos canais de comunicação previstos no PLANCON.

Com o boletim recebido, o responsável pela instituição pode definir se deve ou não ativar o PCIC conforme foi elaborado. O responsável inclusive pode combinar duas informações para a ativação do plano: o boletim emitido e a variação do nível do rio.

- Responsável avisa os funcionários e contatos de confiança:

O responsável deve avisar os contatos de emergência, podendo ser funcionários familiares, amigos ou pessoas de confiança para serem encarregados em tarefas para transferir produtos/insumos/equipamentos para um local seguro, seja para um local distinto do estabelecimento ou elevar os itens para um móvel ou pavimento superior afastando do chão a fim de evitar perdas materiais. Neste momento, caso seja

necessário, pode ser solicitada ajuda de pessoas externas do comércio como familiares, amigos e vizinhos. Caso seja interessante retirar os produtos do local, é importante ter a previsão da solicitação de serviços de transporte. Nestas situações muitas pessoas precisarão destes serviços e eles podem se tornar inacessíveis.

- Evacuação do local:

Após retirar e/ou elevar os itens para minimizar as perdas, todos devem evacuar o local, visando garantir sua segurança.

**APÊNDICE B – CARTILHA DE MEDIDAS PREVENTIVAS A INUNDAÇÃO PARA
EDIFICAÇÕES NOVAS E EXISTENTES**

—CARTILHA—

de

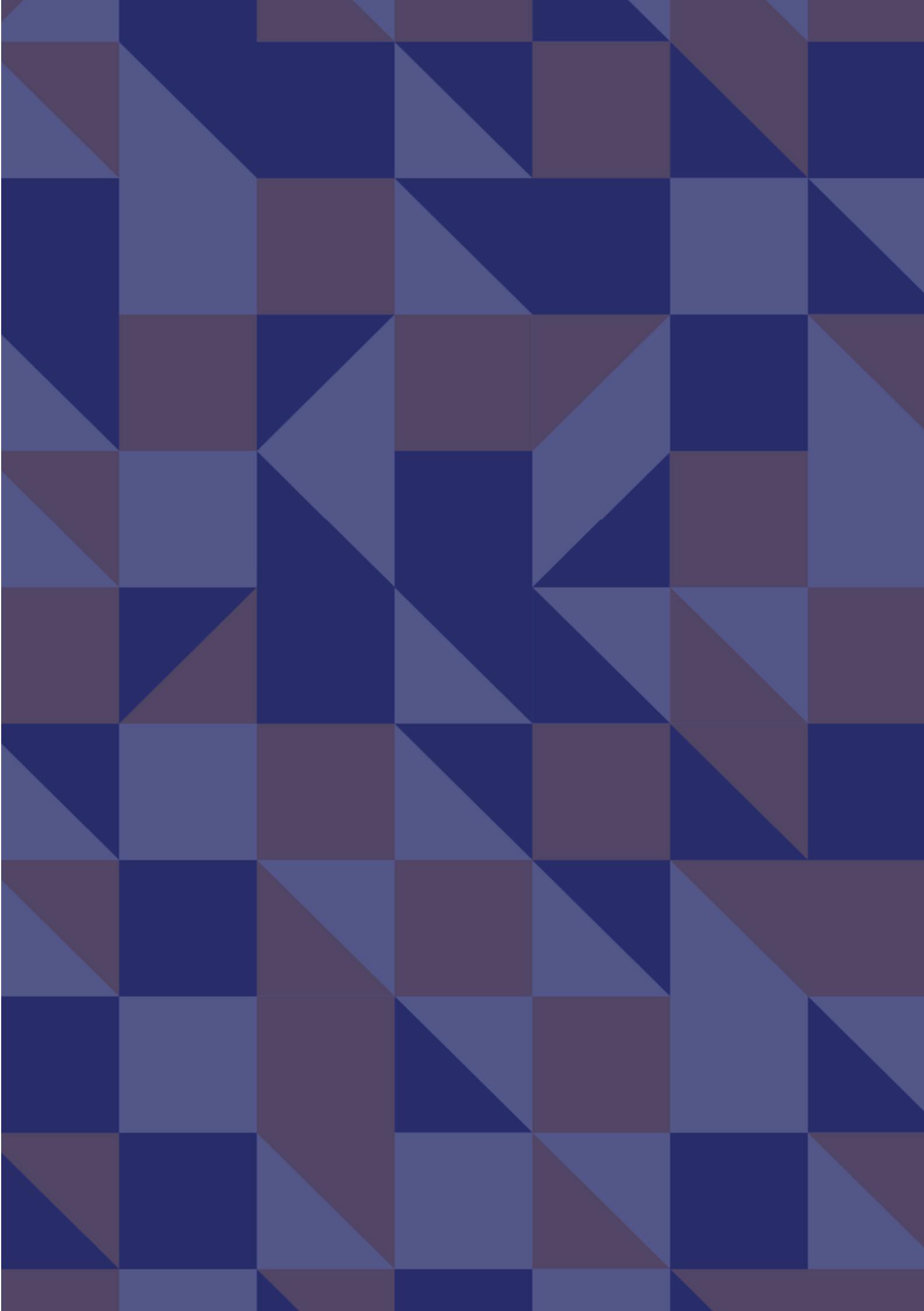
MEDIDAS PREVENTIVAS A INUNDAÇÃO

Para edificações Novas e Existentes

**O QUE PODEMOS FAZER PARA
MITIGAR OS PREJUIZOS NAS
RESIDÊNCIAS E COMÉRCIOS?**

2024





— DESENVOLVIMENTO —



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



LaCiA

EQUIPE:

- Prof. Dr. Leonardo Romero Monteiro (Coordenador)
- Dra. Franciele Maria Vanelli
- Larissa de Sousa Waiczyk

— APOIO —



ACIRNE



Cahdam
Volta Grande

ZIPPERER **SOLIDÀ**
CONTABILIDADE

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	3
O QUE É INUNDAÇÃO?.....	4
QUAIS OS EFEITOS DA INUNDAÇÃO?.....	4
HISTÓRIA.....	5
EDIFICAÇÕES.....	6
CONSTRUÇÕES EXISTENTES.....	7
CONSTRUÇÕES NOVAS.....	14
CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

INTRODUÇÃO

Diversas edificações destinadas à residência ou a atividades comerciais/industriais estão localizadas em áreas suscetíveis a inundação. Nesse sentido, algumas práticas simples podem tornar a sociedade e suas infraestruturas mais preparadas para lidar com as inundações. Portanto, a presente cartilha tem por objetivo disseminar algumas recomendações úteis no planejamento de novas construções e alterações em edificações já existentes visando minimizar os prejuízos.

O QUE É INUNDAÇÃO?



De acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), inundação é a **submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água** em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

QUAIS AS DECORRÊNCIAS DA INUNDAÇÃO?



A inundação é um **fenômeno natural** que ao **interagir** com condições de **vulnerabilidade, exposição e capacidade da comunidade** pode resultar em **perdas e danos**. Por exemplo, a mobilidade urbana pode ser afetada negativamente, bem como a saúde e o bem-estar das pessoas pode ser comprometido. O contato direto com as águas das inundações pode favorecer a proliferação de doenças como esquistossomose, leptospirose, cólera e piodermites. Também é fundamental ter cuidado com animais peçonhentos, que surgem em locais de inundação e destroços.

HISTÓRIA



As inundações são eventos recorrentes no município catarinense de Rio Negrinho. Ao longo dos anos, foram registrados eventos significativos, como as grandes inundações de 1983, 1992 e 2014.

Além dessas grandes ocorrências, eventos de menor magnitude e alta frequência: em outubro de 2023, por exemplo, foram registrados cinco eventos de inundação.



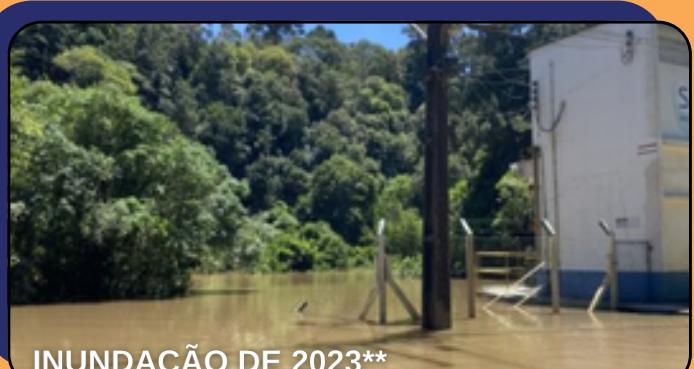
INUNDAÇÃO DE 1983*



INUNDAÇÃO DE 1992*



INUNDAÇÃO DE 2014*



INUNDAÇÃO DE 2023**

* Figuras do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil 2021;

** Figura obtida pelos próprios autores.

EDIFICAÇÕES

O conteúdo da cartilha foi dividido em duas partes: uma destinada a construções novas e outra a construções já existentes.

Dessa forma, a cartilha realiza uma classificação das propostas sugeridas em três aspectos distintos: **Valor** (baixo, médio, alto), **Instalação/Execução** (fácil, médio ou difícil) e **Manutenção** (raramente, ocasionalmente ou frequentemente).

CONSTRUÇÃO EXISTENTE



OPTE POR MOBÍLIA RESISTENTES A ÁGUA E DE FÁCIL MANUTENÇÃO

Em construções localizadas em áreas suscetíveis a inundação, é aconselhável optar por móveis feitos materiais resistentes à água e duráveis. Materiais, como alumínio, aço inoxidável, madeira tratada para resistir à água, móveis de alvenaria, fibras sintéticas (como tecidos impermeáveis), plástico e fibras de vidro são recomendados devido à sua capacidade de resistir à corrosão e à baixa aderência de sujeira.

Em algumas situações, pode ser vantajoso criar móveis em alvenaria com uma componente removível, mantendo-os seguros da água quando necessário.

- Custo: Médio a Alto
- Instalação: Fácil
- Manutenção: Raramente



MATERIAIS IMPERMEÁVEIS PARA A EDIFICAÇÃO

A escolha de revestimentos e selantes apropriados proporciona uma barreira eficaz à água. Materiais como tintas impermeáveis, vernizes resistentes à água e revestimentos epóxi podem ser aplicados em paredes, pisos e outras superfícies para criar uma camada protetora durável.

Os selantes impermeáveis aplicados em juntas, fendas e conexões criam uma barreira à entrada de água, prevenindo contaminações e danos estruturais. Selantes à base de silicone, poliuretano ou polímeros especiais são opções comuns para melhorar uma vedação em locais propensos a inundações.

É essencial que tanto os revestimentos quanto os selantes escolhidos sejam resistentes e duráveis, capazes de suportar exposição prolongada à água e, quando necessário, à submersão temporária. Além disso, a aplicação profissional e a manutenção regular são fundamentais para garantir a eficácia contínua desses materiais ao longo do tempo.

- Custo: Médio a Alto
- Execução: Médio
- Manutenção: Raramente



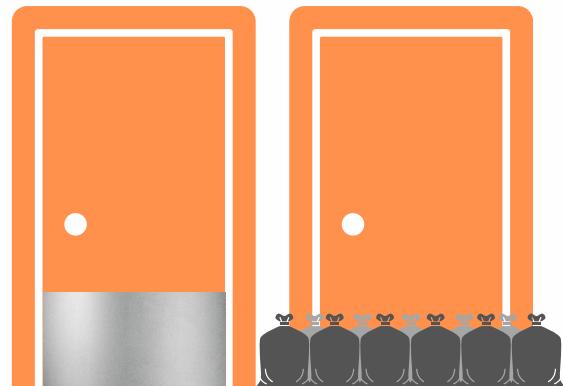
IMPLEMENTE MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE ÁGUA

Para proteger as residências contra a entrada da água durante os eventos de inundação, uma medida eficaz é a implementação de barreiras físicas em portas e janelas. Existem diversas formas de realizar essa contenção, sendo as duas opções mais populares o uso de sacos de areia e placas de metal projetadas especificamente para esse fim.

Os sacos de areia representam uma alternativa prática e acessível. Ao encher os sacos com a areia e empilhá-los estratégicamente nas entradas, cria-se uma barreira que dificulta a passagem da água.

Outra opção são as placas móveis de metal projetadas para a contenção de água. Essas placas são especialmente desenhadas para serem instaladas nas entradas e janelas.

- Custo: Médio
- Instalação: Fácil
- Manutenção: Raramente



ELEVE OS PONTOS DE SISTEMA ELÉTRICO



Em regiões propensas a inundações, a elevação dos pontos do sistema elétrico desempenha um papel crucial na segurança e na preservação do sistema elétrico. A importância dessa prática reside na prevenção de danos graves causados pela exposição da rede elétrica à água durante eventos.

Ao elevar os pontos do sistema elétrico, como quadros de distribuição e tomadas, para níveis superiores ao nível de inundaçāo, reduz-se significativamente o risco de curto-circuito, corrosão e danos irreparáveis aos componentes elétricos. A água, ao entrar em contato com a eletricidade, pode comprometer a funcionalidade dos equipamentos, resultando em falhas, interrupções no fornecimento de energia e, em casos extremos, representar um perigo a vida.

- Custo: Baixo/Médio
- Instalação/Execução: Médio
- Manutenção: Raramente



MANTENHA OS PONTOS DE DRENAGEM SEMPRE LIMPOS

Manter os pontos de drenagem do quintal limpos é uma prática essencial para garantir o escoamento eficiente da água durante eventos de inundação. Esses pontos incluem ralos, canaletas e sistemas de drenagem que têm o papel de direcionar a água para o local ideal.

A remoção regular de detritos, como folhas, galhos e outros resíduos, dos pontos de drenagem é fundamental. Esses materiais podem obstruir o escoamento da água, resultando em acúmulo de água. A limpeza periódica desses pontos não apenas assegura o fluxo da água, mas também evita a formação de poças que podem se tornar criadouros para mosquitos e outros insetos indesejáveis.

- Custo: Baixo
- Execução: Fácil
- Manutenção: Ocasionalmente



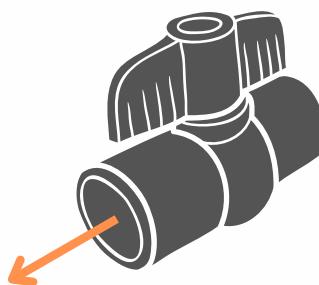
INSTALE VÁLVULAS ANTI-RETORNO DE ESGOTO

As válvulas de retenção se destacam por sua portinhola fechada e vedada com borracha. Essa válvula tem o objetivo de permitir um fluxo contínuo e apenas em uma direção, evitando qualquer retorno indesejado do esgoto na direção contrária.

Além da instalação dessas válvulas, é importante verificar as tubulações de esgoto, especialmente nos ramais que conectam a tubulação residencial à rede da companhia de saneamento. Essa abordagem estratégica assegura que a funcionalidade das válvulas esteja totalmente integrada ao sistema de esgotamento local.

A escolha do modelo apropriado desempenha um papel fundamental, sendo recomendável optar pela Válvula de Retenção Horizontal de PVC e ajustá-la conforme o diâmetro específico da tubulação.

- Custo: Baixo
- Instalação: Fácil
- Manutenção: Raramente



CONSTRUÇÃO NOVA



PARA EDIFICAÇÕES NOVAS,
CONSIDERAR TODAS AS SUGESTÕES
ANTERIORES E AS PRÓXIMAS

ESTUDO PARA O PRÉ-PROJETO

Antes de elaborar um projeto ou até mesmo adquirir um terreno, deve-se entender se a área é suscetível a inundação. Construções em áreas propensas a inundações devem adotar estratégias de adaptação a inundação, visando assegurar a integridade da edificação e, principalmente, manter o bem-estar e integridade das pessoas que utilizem esse local.

Para isso, é necessário que o projetista se baseie em estudos elaborados no município como apoio para a identificação dessas condições. Conversar com a comunidade local é também uma boa forma de conseguir informações sobre o histórico de inundação na região.



CASO VIÁVEL E NECESSÁRIO, ATERRE O TERRENO ACIMA DA COTA DE INUNDAÇÃO

Caso o terreno a ser construído esteja em uma área inundável e o responsável técnico pela edificação considere viável e necessário, a elevação do terreno acima do nível de inundaçāo pode ser a escolha mais adequada. Contudo, diante de inundações de grande magnitude, não sendo possível o aterro acima desta marca, o aumento moderado no terreno pode atenuar os impactos das inundações quando associado a estratégias de adaptação a inundaçāo.

É necessário atentar que a elevação do terreno deve ser realizada em acordo com as legislações de uso territorial e ambientais, avaliando os impactos dessa obra. A integração de técnicas de engenharia com a criação de áreas verdes e a preservação de espaços naturais pode ser incorporada para equilibrar a eficácia na prevenção de inundações com a conservação do meio ambiente.

- Custo: Médio a alto
- Execução: Médio
- Manutenção: Raramente



SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

Há diversos dispositivos provenientes de Soluções baseadas na Natureza que podem ser implementados para atenuar os impactos de inundações. São exemplos desse tipo de dispositivo: jardim de chuva, poços de infiltração e reservatórios anfíbios. A seleção do dispositivo varia conforme as características de cada local, incluindo aspectos como topografia, tipo de solo, clima e variáveis hidrológicas.

Deve-se entender que esses dispositivos são medidas estruturais que podem exercer múltiplas funções. Além de auxiliarem no amortecimento das cheias, na redução poluição difusa, promovem benefícios ambientais e sociais.

Para a implementação dessas técnicas de engenharia deve-se consultar um profissional capacitado para avaliar adequadamente as necessidades específicas de cada local e determinar as alternativas mais adequadas, ajustando-as às regulamentações vigentes.

Custo: Médio

Execução: Fácil

Manutenção: Raramente



CONCLUSÃO

Diante dos desafios impostos pelas frequentes inundações que ocorrem em Rio Negrinho, a criação desta cartilha emerge como uma resposta proativa e necessária. Conscientes da urgência em oferecer soluções práticas e acessíveis para a comunidade enfrentar esse cenário complexo, buscamos consolidar um guia básico com o intuito de fortalecer a resiliência das construções locais.

O objetivo principal desta cartilha é proporcionar orientações tanto a construções novas quanto a edificações já existentes. O objetivo final é mitigar os impactos das inundações e, por conseguinte, promover a segurança e o bem-estar dos habitantes.

Este projeto foi desenvolvido por membros da equipe do Laboratório de Ciência das Águas da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC/Joinville) e o apoio financeiro da Associação Empresarial de Rio Negrinho (ACIRNE).

REFERÊNCIAS

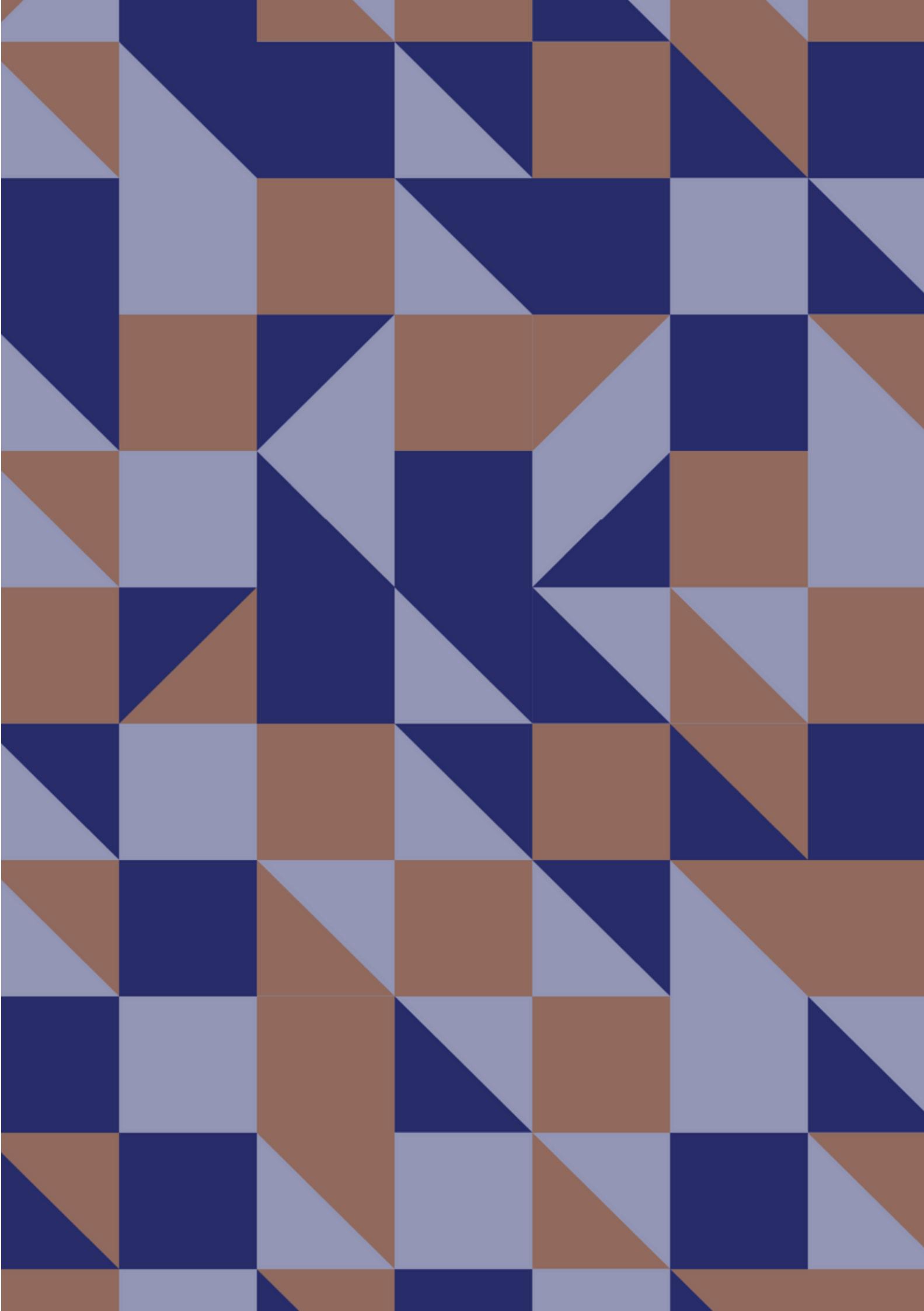
Proteção e Defesa Civil. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)**. Brasília.

MONTEIRO, L. R.; VANELLI, F. M.; DUARTE, B. C. Mapeamento de Risco a Inundação da Área Urbana de Rio Negrinho e Avaliação de Ações Prioritárias – Joinville, 2023. 115 p.

NEGRINHO, Prefeitura Municipal de Rio. PLANO DE CONTINGÊNCIA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL: PLANCON Rio Negrinho - 2021. Rio Negrinho/SC, 2021. Disponível em:
<https://defesacivil.rioneigrinho.sc.gov.br/download.php?id=1> Acesso em: 23 out. 2023.

PREFEITURA DE CAMPINAS/SP e do Rio de Janeiro/RJ. **Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza para Espaços Livres**. 2023. Disponível em:
https://ambienteclima.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/81/2023/07/1_Catalogo-de-Solucoes-baseadas-na-Natureza-para-Espacos-Livres_compressed.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.





REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012: Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Citado na página 27.

BRASIL. Lei nº 14.750, de 12 de dezembro de 2023: (Promulgação partes vetadas) Altera as Leis nºs 12.608, de 10 de abril de 2012, e 12.340, de 1º de dezembro de 2010, para aprimorar os instrumentos de prevenção de acidentes ou desastres e de recuperação de áreas por eles atingidas, as ações de monitoramento de riscos de acidentes ou desastres e a produção de alertas antecipados. Brasília: Diário Oficial da União, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14750.htm#art2. Citado na página 27.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Brasília, MIDR, 2023. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/>. Citado na página 8.

BRÉDA, J. P. L. F. et al. Climate change impacts on South American water balance from a continental-scale hydrological model driven by CMIP5 projections. **Climate Change**, v. 159, n. 4, p. 503–522, 2020. Citado na página 8.

CHAGAS, V. B. P.; CHAFFE, P. L. B.; BLÖSCHL, G. Climate and land management accelerate the brazilian water cycle. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, 2022. Citado na página 8.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Plano de Contingência. 2014. Citado na página 27.

DUARTE, B. C. Análise de Inundações no Município de Rio Negrinho sob Influência da Bacia Hidrográfica do Rio Negro a partir de Modelagem Hidrológica e Hidrodinâmica. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil) — Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 39.

MONTEIRO, L. R.; VANELLI, F. M.; DUARTE, B. C. Mapeamento de Risco a Inundação da Área Urbana de Rio Negrinho e Avaliação de Ações Prioritárias. [S.I.], 2023. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/7930/Relat_rio_Final__vers_o_oficial_compressed_17275474120338_7930.pdf. Acesso em: 01 out. 2024. Citado 5 vezes nas páginas 8, 9, 20, 27 e 29.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre: ABRHidro, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 12, 14 e 15.

VANELLI, F. M. **Contribuições da socio-hidrologia na redução de riscos e desastres associados a perigos naturais**. Dissertação (Mestrado) — Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023. Citado na página 27.