



— **MANUAL** **ORIENTATIVO** DE OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO VALE DO ITAJAÍ

1.ESPECIFICAÇÕES OPERACIONAIS	3
1.1 NÍVEIS HIDRÁULICOS DE OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS	4
1.1.1 Barragem Sul	4
1.1.2 Barragem Oeste – Taió.....	4
1.1.3 Barragem Norte – José Boiteux.....	5
2.REGISTROS DE OPERAÇÃO	5
3.NÍVEIS DE REFERÊNCIA PARA RESTRIÇÕES OPERATIVAS DE JUSANTE.....	6
3.1 RIO DO SUL	6
3.2 ITUPORANGA.....	7
3.3 TAIÓ	7
3.4 RIO DO OESTE	8
3.5 BLUMENAU	8
3.6 ARROZEIRAS	9
4.PROCEDIMENTO DE ENCHIMENTO DOS RESERVATÓRIOS	10
4.1 BARRAGEM SUL - ITUPORANGA.....	10
4.1.1Taxa de Enchimento do Reservatório	12
4.1.2Operação dos Dispositivos de Descarga.....	13
4.2BARRAGEM OESTE - TAIÓ	14
4.2.1Taxa de Enchimento do Reservatório	17
4.2.2Operação dos Dispositivos de Descarga.....	17
4.3BARRAGEM NORTE - JOSÉ BOITEUX	19
4.3.1Taxa de Enchimento do Reservatório	20
4.3.2Operação dos Dispositivos de Descarga.....	21
4.4RESUMO DOS PROCEDIMENTOS DE ENCHIMENTO DOS RESERVATÓRIOS	
22	
5.PROCEDIMENTO DE Esvaziamento	24
5.1 BARRAGEM SUL - ITUPORANGA.....	24
5.1.1Taxa de Esvaziamento do Reservatório	25
5.1.2Operação das Comportas.....	26
5.2 BARRAGEM OESTE - TAIÓ.....	28

5.2.1Taxa de Esvaziamento do Reservatório.....	29
5.2.2Operação das Comportas.....	30
5.3BARRAGEM NORTE – JOSÉ BOITEUX.....	31
5.3.1Taxa de Esvaziamento do Reservatório.....	32
5.3.2 Operação dos Dispositivos de Descarga.....	33
6.PROCEDIMENTO DE ESVAZIAMENTO EXCEPCIONAL EM EVENTOS ADVERSOS...34	
7.PROCEDIMENTOS EM INTERCORRÊNCIAS OPERACIONAIS.....	35
7.1 BARRAGEM SUL – ITUPORANGA.....	35
7.2BARRAGEM OESTE - TAIÓ.....	35
7.3BARRAGEM NORTE - JOSÉ BOITEUX.....	35
8.LIMITAÇÕES OPERACIONAIS DAS BARRAGENS SUL E OESTE.....	36
8.1 MEDIDAS E AÇÕES EM CASO DE APENAS UM RESERVATÓRIO OPERACIONALMENTE DISPONÍVEL.....	36
8.2CONSIDERAÇÕES.....	38
9.TEMPOS DE PROPAGAÇÃO DAS ONDAS.....	39
9.1INFLUÊNCIA DA ALTURA INCREMENTAL À JUSANTE NOS PROCEDIMENTOS DE ESVAZIAMENTO – BARRAGENS SUL E OESTE.....	39
10.RESUMO DAS REGRAS DE OPERAÇÃO.....	44
11.FLUXO DE COMUNICAÇÃO.....	45
12.INSPEÇÃO DAS BARRAGENS PÓS-EVENTO.....	47
13.ROTINAS PARA DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA.....	47
ANEXO A – Configurações para o caso de uma comporta indisponível na Barragem Sul – Ituporanga.....	48
ANEXO B – Configurações para o caso de uma comporta indisponível na Barragem Oeste - Taió.....	50

1. ESPECIFICAÇÕES OPERACIONAIS

As barragens de contenção de cheias do Vale do Itajaí, no estado de Santa Catarina, ficam localizadas na região do Alto Vale, e são identificadas como barragens Norte, Sul e Oeste, sendo elas pertencentes aos municípios de José Boiteux, Ituporanga e Taió, respectivamente. Na Figura 1, é apresentada a localização das três barragens, dando destaque à área de contribuição até o eixo dos barramentos.

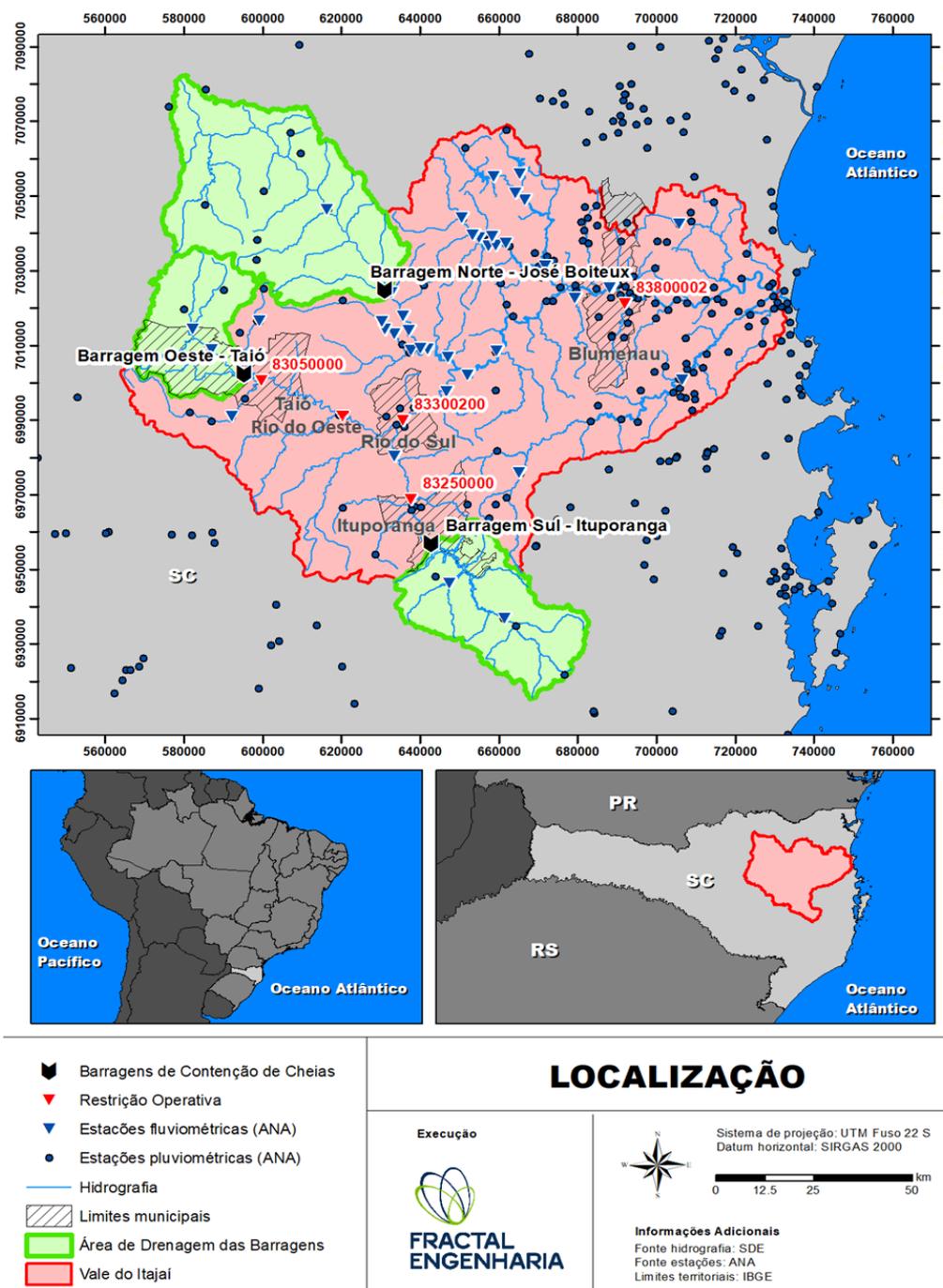


Figura 1. Mapa de localização da bacia do rio Itajaí-Açu, das barragens de contenção de cheia

De acordo com criticidade com que os eventos influenciam nos municípios localizados à jusante das barragens de contenção de cheias, foram definidas restrições operativas de jusante, a fim de controlar as operações dos reservatórios de forma integral e como forma de monitorar os

pontos prioritários. Os limiares definidos para cada restrição operativa e os respectivos pontos de monitoramento estão detalhados no item 3 deste documento e respeitam a seguinte definição:

- **Restrições Operativas de Jusante da Barragem Sul:** Ituporanga e Rio do Sul;
- **Restrições Operativas de Jusante da Barragem Oeste:** Taió, Rio do Oeste e Rio do Sul;
- **Restrições Operativas de Jusante da Barragem Norte:** Blumenau.

O gerenciamento dos reservatórios deve ser realizado respeitando os níveis de referência associados à cada barragem (vide Fichas Técnicas inclusas no Volume I deste documento), bem como os estados hidráulicos designados para cada referencial. O Item 1.1, apresenta os níveis hidráulicos de operação de cada reservatório de contenção de cheias do Vale do Itajaí, com seus respectivos volumes correspondentes.

1.1 NÍVEIS HIDRÁULICOS DE OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

Os níveis hidráulicos de operação dos reservatórios auxiliam o monitoramento do estado hidráulico durante os procedimentos operacionais. A partir desses níveis, é possível identificar a capacidade de armazenamento disponível, bem como as condições de vertimento. O estado hidráulico do reservatório é determinado pelas variáveis nível e volume. A seguir, são apresentados os níveis de controle operacional dos reservatórios das barragens Sul, Oeste e Norte, respectivamente.

1.1.1 Barragem Sul

Tabela 1. Níveis Hidráulicos de Operação do Reservatório da Barragem Sul - Ituporanga

Situação	Limite inferior (m-IBGE)	Limite superior (cota m)	Volume (lim. sup. - hm ³)	Volume (%)
Normal	0	385	6,93	6,7
Atenção	385	400	94,10	90,5
Emergência	400	-	-	-

1.1.2 Barragem Oeste – Taió

Tabela 2. Níveis Hidráulicos de Operação do Reservatório da Barragem Oeste - Taió

Situação	Limite inferior (m-IBGE)	Limite superior (cota m)	Volume (lim. sup. hm ³)	% Volume
Normal	0	350,40	13,29	13,29%
Atenção	350,40	361,30	90,89	90,93%
Emergência	361,30	-	-	-

1.1.3 Barragem Norte – José Boiteux

Tabela 3. Níveis Hidráulicos de Operação do Reservatório da Barragem Norte - José Boiteux

Situação	Limite inferior (m-IBGE)	Limite superior (cota m)	Volume (lim. sup. hm ³)	% Volume
Normal	0	272,0	36,78	15,85%
Atenção	272,0	300,7	300,10	92,04%
Emergência	300,7	> 300,7	-	-

2. REGISTROS DE OPERAÇÃO

A escala de leitura das réguas e monitoramento do estado hidráulico dos reservatórios em condições não operacionais, ou seja, quando todas as comportas estão abertas e o estado hidráulico de operação do reservatório está em condição “Normal”, deve-se seguir o padrão de registros às 7 e às 17 horas. Em condições operacionais destinadas à contenção de cheias ou quando o estado operativo se encontra fora da normalidade, deve-se seguir o padrão de registros previsto no Quadro 1.

Quadro 1. Escala de monitoramento do nível d'água dos reservatórios das Barragens de Contenção de Cheias do Vale do Itajaí.

Nível de segurança do reservatório	Condições de Enchimento	Condições de Esvaziamento
Normal	Registro as 7h e 17h	Registro as 7h e 17h
Atenção	Registro a cada 3 horas	Registro a cada 3 horas
Emergência	Registro hora a hora	Registro hora a hora

Atualmente, para as barragens Sul e Oeste, quando os reservatórios atingem as cotas de 388,00 m e 346,00 m, respectivamente, o registro do nível dos reservatórios passa a ser realizado de hora a hora de forma automática. Os registros são feitos através de automações cadastradas no sistema RESOP e das leituras realizadas nas estações telemétricas de monitoramento da SDC. Dessa forma, os registros de cota (NAR) passam a ser computados automaticamente com base nas medições quando:

- **Barragem Sul:** Estação SDC Barragem Sul Ituporanga – 00038 atinge a cota de 388m;
- **Barragem Oeste:** Estação SDC Barragem Oeste Taió – 00040 atinge a cota de 346m.

A frequência de monitoramento pode ser alterada, tanto para maior como para menor intervalo de tempo, pela Gerência de Monitoramento e Alertas (GEMAL), conforme análises de severidade do evento e/ou quando identificada a necessidade de informações mais detalhadas para o cálculo de Balanço Hídrico.

3. NÍVEIS DE REFERÊNCIA PARA RESTRIÇÕES OPERATIVAS DE JUSANTE

3.1 RIO DO SUL

As Barragens Sul - Ituporanga e Oeste -Taió operam, com prioridade, para os níveis de referência de inundação em Rio do Sul, considerado o ponto mais crítico na bacia do Rio Itajaí. Dessa maneira, a seção de controle principal é Rio do Sul e o monitoramento prioritário deve ser focado nos níveis de referência do município.

Os níveis de referência para inundação do município de Rio do Sul, obtidos por estudos hidráulicos-hidrológicos¹ e validados junto ao município, são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Níveis de Referência para Inundação – Rio do Sul.

SITUAÇÃO PARA INUNDAÇÃO	REFERÊNCIA
Normal	Nível do rio <u>abaixo</u> de 4,50 m
Atenção	Nível do rio <u>acima</u> de 4,50 m
Alerta	Nível do rio <u>acima</u> de 5,50 m
Emergência	Nível do rio <u>acima</u> de 6,50 m

O monitoramento do nível do Rio Itajaí-Açu, em Rio do Sul, e o estabelecimento da situação de inundação devem ser realizados, oficialmente, através da estação fluviométrica SDC Rio do Sul - 00013, sob responsabilidade da SDC e operada pela MKS Sistemas. Como alternativa, a estação Rio do Sul - Novo (83300200), de responsabilidade da ANA e operada pela Epagri, também pode ser consultada.

Os dados podem ser obtidos nos canais de monitoramento: ferramentas de Hidrologia em Tempo Real do SIG²A-SPEHC² ou “Gestor PCD”³ da ANA.

Em caso de falha de monitoramento nas estações citadas, a Defesa Civil de Rio do Sul possui estação fluviométrica própria, localizada na Ponte Dom Tito Buss, cujos dados telemétricos⁴ e convencionais⁵ estão disponíveis no site da prefeitura do município.

Em situações em que não há informação sobre a seção de controle de Rio do Sul OU se a inundação se iniciar nos municípios imediatamente abaixo das barragens de contenção – sendo eles Taió, Rio do Oeste e Ituporanga, a restrição prioritária se torna estes municípios. Sendo assim, as seções de controle devem ser adequadas e monitoradas conforme os níveis de referência destacados nos Itens 3.2, 3.3 e 2.4 a seguir.

1 Documentos: 361-SDC-RT-003.4, 361-SDC-RT-EHI-008.4 e 361-RT-SDC-LCH-009.4

2 <https://siga.fractaleng.com.br/#!/spehc>

3 <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>

4 <http://telemetria.riodosul.sc.gov.br/home>

5 <https://defesacivil.riodosul.sc.gov.br/index.php?r=externo%2Fmetragem>

3.2 ITUPORANGA

Os níveis de referência para inundação do município de Ituporanga, obtidos por estudos hidráulicos-hidrológicos⁶ e validados junto ao município, são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Níveis de Referência para Inundação – Ituporanga.

SITUAÇÃO PARA INUNDAÇÃO	REFERÊNCIA
Normal	Nível do rio <u>abaixo</u> de 1,4 m
Atenção	Nível do rio <u>acima</u> de 1,4 m
Alerta	Nível do rio <u>acima</u> de 1,9 m
Emergência	Nível do rio <u>acima</u> de 2,6 m

O monitoramento do nível do rio em Ituporanga e o estabelecimento da situação de inundação devem ser realizados, oficialmente, através da estação fluviométrica 83250000-Ituporanga, sob responsabilidade da ANA e operada pela EPAGRI.

Os dados podem ser obtidos nos canais de monitoramento: ferramentas de Hidrologia em Tempo Real do SIG²A-SPEHC⁷ ou “Gestor PCD”⁸ da ANA.

3.3 TAIÓ

Os níveis de referência para inundação do município de Taió, obtidos através de estudos hidráulicos-hidrológicos⁹ e validados junto ao município, são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4. Níveis de Referência para Inundação – Taió.

SITUAÇÃO PARA INUNDAÇÃO	REFERÊNCIA
Normal	Nível do rio <u>abaixo</u> de 5 m
Atenção	Nível do rio <u>acima</u> de 5 m
Alerta	Nível do rio <u>acima</u> de 7 m
Emergência	Nível do rio <u>acima</u> de 8 m

O monitoramento do nível do rio na seção de controle de Taió e o estabelecimento da situação de inundação devem ser realizados, oficialmente, através da estação fluviométrica SDC Taió – 00041, sob responsabilidade da SDC e operada pela MKS Sistemas. Como alternativa, a estação Taió (83050000), sob responsabilidade da ANA e operada pela EPAGRI, também pode ser consultada.

Os dados podem ser obtidos nos canais de monitoramento: ferramentas de Hidrologia em Tempo Real do SIG²A-SPEHC¹⁰ ou “Gestor PCD”¹¹ da ANA.

6 Documentos: 361-SDC-RT-003.5, 361-SDC-RT-EHI-008.5 e 361-RT-SDC-LCH-009.5

7 <https://siga.fractaleng.com.br/#!/spehc>

8 <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>

9 Documentos: 361-SDC-RT-003.6, 361-SDC-RT-EHI-008.6 e 361-RT-SDC-LCH-009.6

10 <https://siga.fractaleng.com.br/#!/spehc>

11 <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>

3.4 RIO DO OESTE

Os níveis de referência para inundação do município de Rio do Oeste foram obtidos junto ao município, e são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5. Níveis de referência para inundação – Rio do Oeste.

SITUAÇÃO PARA INUNDAÇÃO	REFERÊNCIA
Normal	Nível do rio <u>abaixo</u> de 5 m
Atenção	Nível do rio <u>acima</u> de 5 m
Alerta	Nível do rio <u>acima</u> de 6,5 m
Emergência	Nível do rio <u>acima</u> de 7,4 m

O monitoramento do nível em Rio do Oeste e o estabelecimento da situação de inundação devem ser realizados, oficialmente, através da estação fluviométrica SDC Rio do Oeste – 00022, sob responsabilidade da SDC e operada pela MKS Sistemas. Como alternativa, a estação UHE Salto Pilão Rio do Oeste (83059000), sob responsabilidade da ANA e operada pelo Consórcio CESAP, pode ser consultada.

Os dados podem ser obtidos nos canais de monitoramento: ferramentas de Hidrologia em Tempo Real do SIG²A-SPEHC¹² ou “Gestor PCD”¹³ da ANA. Em caso de falha nas estações mencionadas, o município possui régua própria onde são realizadas leituras diárias, cuja informação se encontra no site da Defesa Civil do município¹⁴.

3.5 BLUMENAU

Por ser o segundo ponto de restrição mais sensível na bacia do Rio Itajaí, depois de Rio do Sul, o município de Blumenau é considerado como prioridade de operação da Barragem Norte – José Boiteux. Dessa maneira, os níveis de referência do município de Blumenau que condicionam o momento de abertura e fechamento das comportas.

Os níveis de referência para inundação do município de Blumenau, obtidos através de estudos hidráulicos-hidrológicos¹⁵ e validados junto ao município, são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6. Níveis de Referência para Inundação – Blumenau.

SITUAÇÃO PARA INUNDAÇÃO	REFERÊNCIA
Normal	Nível do rio <u>abaixo</u> de 4 m
Atenção	Nível do rio <u>acima</u> de 4 m
Alerta	Nível do rio <u>acima</u> de 6 m
Emergência	Nível do rio <u>acima</u> de 8 m

12 <https://siga.fractaleng.com.br/#!/spehc>

13 <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>

14 <https://riodoeste.com/compdec/?id=niveis>

15 Documentos: 361-SDC-RT-003.4, 361-SDC-RT-EHI-008.4 e 361-RT-SDC-LCH-009.4

O monitoramento do nível do rio em Blumenau e o estabelecimento da situação de inundação devem ser realizados, oficialmente, através da estação telemétrica DC Blumenau - Ponte Adolfo Konder - DC-BNU-001, sob responsabilidade da DC Blumenau e transmitida pela MKS Sistemas. Adicionalmente, quando houver transmissão de dados, a estação Blumenau (PCD) (83800002), localizada na ponte Adolfo Konder, sob responsabilidade da ANA e operada pela EPAGRI, pode ser utilizada como alternativa para monitoramento do nível do rio Itajaí-Açu.

Os dados podem ser obtidos nos canais de monitoramento: ferramentas de Hidrologia em Tempo Real do SIG²A-SPEHC¹⁶, “Gestor PCD”¹⁷ da ANA ou pelo AlertaBlu¹⁸.

3.6 ARROZEIRAS

Devido ao plantio das arrozeiras no município de Taió e localidades a jusante, há períodos em que a manobra de fechamento das comportas da barragem Oeste é necessária para que seja evitada a inundação desses espaços.

O período de plantio ocorre entre agosto e novembro, a floração entre dezembro e março e a colheita entre janeiro e maio. Nessa condição, a solicitação do fechamento das comportas precisa ser alinhada com o município de Taió quando o nível do rio atingir 5m (≥ 5 m) ou com o município de Rio do Oeste quando o nível do rio atingir 5,5m ($\geq 5,5$ m).

4. PROCEDIMENTO DE ENCHIMENTO DOS RESERVATÓRIOS

4.1 BARRAGEM SUL - ITUPORANGA¹⁹

Em condição “Normal” na seção de controle de Rio do Sul, deve-se manter as 5 comportas abertas para permitir a defluência adequada.

Quando o nível atingir o estado de “Atenção” (nível \geq a 4,50 m), avaliar as seguintes condições:

1. Há tendência de subida do nível do rio nas últimas horas?
2. Acumulado de chuva observada na bacia nas últimas 24 horas é ≥ 30 mm?
3. Previsão de chuva na região para as próximas 24 horas ≥ 30 mm?

Caso mais de uma resposta seja “NÃO”, devem ser mantidas as 5 comportas abertas.

Caso mais de uma resposta seja “SIM”, todas as comportas devem ser fechadas e mantido o monitoramento.

Em situação de “Alerta” ou “Emergência”, todas as 5 comportas devem ser fechadas, independentemente da chuva prevista.

16 <https://siga.fractaleng.com.br/#!/spehc>

17 <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>

18 <http://alertablu.cob.sc.gov.br/d/nivel-do-rio>

19 **Restrições Operativas de Jusante – Barragem Sul: Rio do Sul (prioritária) e Ituporanga**

A Figura 2 apresenta um fluxograma para tomada de decisão para o fechamento das comportas das galerias de descarga²⁰.

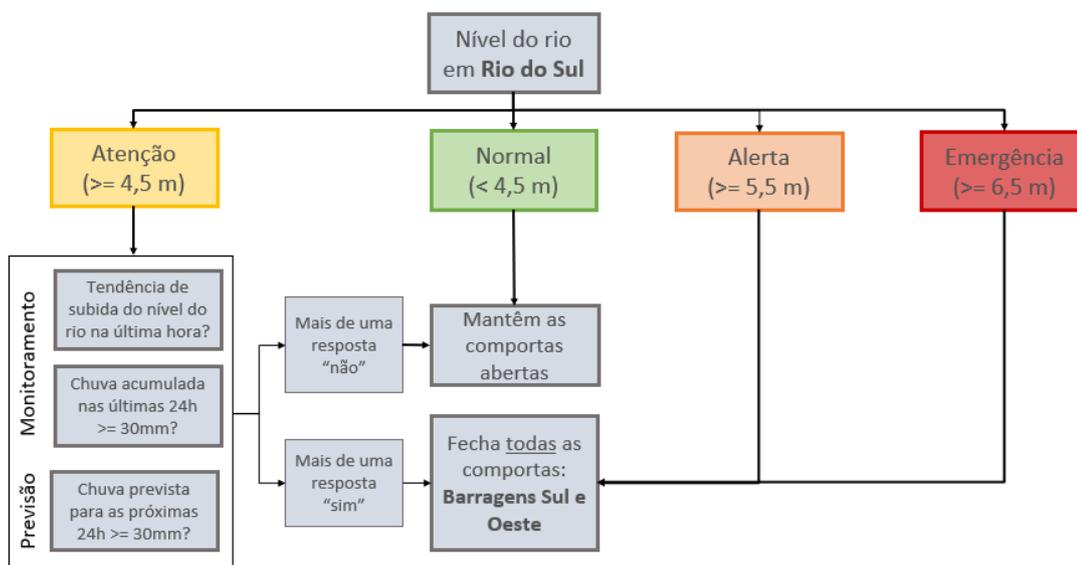


Figura 2. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga da Barragem Sul considerando a restrição operativa em Rio do Sul.

Na ausência de informações da seção de Rio do Sul ou se a inundação ocorrer primeiro em Ituporanga, deve ser seguido o fluxograma para Ituporanga (Figura 3).

Em situação “Normal” ou “Atenção” (Quadro 3) em Ituporanga, as 5 comportas devem permanecer abertas.

Ao atingir a situação de “Alerta” (nível $\geq 1,9$ m), observar:

1. Há tendência de subida do nível do rio nas últimas horas?
2. Acumulado de chuva nas últimas 24 horas ≥ 30 mm?
3. Previsão de chuva para as próximas 24 horas ≥ 30 mm?

Caso mais de uma resposta seja “NÃO”, manter as 5 comportas abertas.

Caso mais de uma resposta seja “SIM”, fechar todas as 5 comportas e continuar o monitoramento.

Em situação de “Emergência”, fechar todas as 5 comportas, independentemente da chuva prevista. Visualize a Figura 3 para orientação visual.

²⁰ A presente versão do manual de operação da Barragem Sul não contempla o acionamento da comporta do túnel lateral. Para consultar as operações técnicas a respeito dos túneis, consultar IT N° 043/DIGR/2024, inclusa no apêndice - 602-SDC-RT-HI-D-APE-003-3.

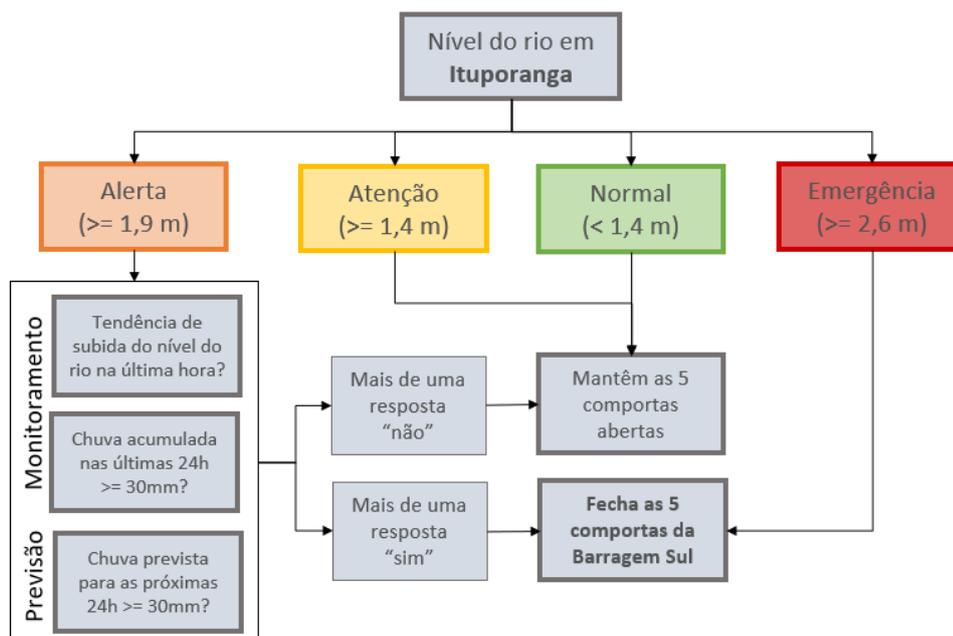


Figura 3. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga da Barragem Sul considerando a restrição operativa em Ituporanga.

Quando identificada a necessidade de operação da barragem para contenção de cheia, considerando como restrição Rio do Sul ou Ituporanga, declara-se “Abertura de Situação” dando início à Operação de Enchimento e ao preenchimento do Formulário de Operação²¹.

O monitoramento nas seções de controle em Rio de Sul e Ituporanga (níveis e vazões) e nas bacias hidrográficas (precipitação) deve ser realizado continuamente. Se o acumulado de chuva persistir e a capacidade de acumulação for superada, o excedente do volume deverá ser vertido apenas pelo vertedouro.

4.1.1 Taxa de Enchimento do Reservatório

Durante o processo de enchimento do reservatório, deve-se acompanhar o acumulado de precipitação dos últimos 4 dias (96 horas) e a taxa de enchimento do reservatório, que é calculada através da chuva de projeto da bacia. Tais informações são indicativas do nível de criticidade do evento e auxiliam na interpretação do comportamento do armazenamento d’água no reservatório.

As análises e monitoramento das condições podem ser acompanhados através do RESOP, software que realiza o balanço hídrico dos reservatórios. Na Tabela 4 estão representadas as taxas máximas de enchimento do reservatório em função da chuva de projeto de 4 dias.

Tabela 4. Variação da taxa de enchimento do reservatório da Barragem Sul em função da chuva de projeto.

Período de retorno (TR) [anos]	Chuva acumulada em 4 dias [mm]	Taxa Máxima [m/h]
2	105	0,17
5	173	0,17
10	208	0,26
20	243	0,33
25	265	0,37
50	293	0,41
80	320	0,44
100	333	0,45
150	357	0,50
200	375	0,51

O acompanhamento da taxa de enchimento em [m/h] é essencial, especialmente durante as fases iniciais do procedimento de enchimento do reservatório da Barragem Sul. Essa medida reflete a intensidade do evento hidrológico em relação afluência no reservatório. Em eventos mais expressivos, observa-se um aumento rápido no nível da água, atingindo até 0,5 m/h no início do enchimento. Acúmulos de precipitação superiores a 265 mm ao longo de 4 dias podem criar condições propícias para o vertimento. Após o término do evento hidrológico, a taxa de enchimento se estabiliza em valores em torno de 0,02 m/h.

4.1.2 Operação dos Dispositivos de Descarga

Ao declarar o início da operação do reservatório para a contenção de inundação, é crucial seguir uma sequência específica para o fechamento das comportas do descarregador de fundo, conforme detalhado abaixo.

A Barragem Sul é composta por 5 (cinco) comportas agrupadas em conjuntos da seguinte maneira:

- **Conjunto 1:** Comporta 1 (C1) e Comporta 5 (C5);
- **Conjunto 2:** Comporta 2 (C2) e Comporta 4 (C4); e,
- **Conjunto 3:** Comporta 3 (C3).

Durante a operação de enchimento, deve ser seguida a ordem de fechamento, conforme:

- **Fechamento do Conjunto 1:** Iniciar o procedimento fechando o Conjunto 1 com o comando correspondente;
- **Fechamento do Conjunto 2:** Prosseguir fechando o Conjunto 2 imediatamente após completar o fechamento do Conjunto 1; e,
- **Fechamento do Conjunto 3:** Executar o fechamento do Conjunto 3 como último procedimento para o fechamento total das comportas da barragem.

Na Figura 4 está ilustrada a dinâmica de fechamento das comportas do descarregador de fundo da Barragem Sul, mantendo a ordem de fechamento das extremidades para o centro.

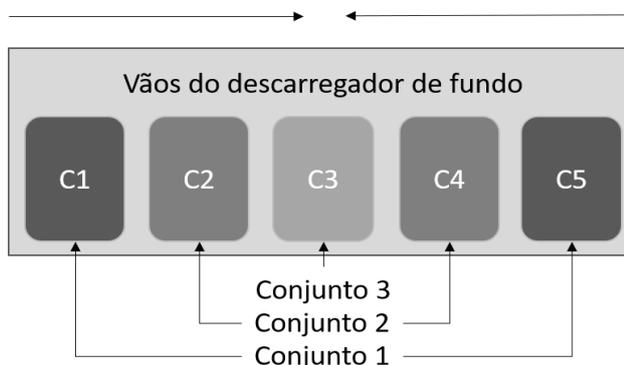


Figura 4. Dinâmica das comportas do descarregador de fundo – Barragem Sul.

Caso uma das comportas esteja indisponível, as configurações a serem usadas estão ilustradas no ANEXO A – Configurações para o caso de uma comporta indisponível na Barragem Sul – Ituporanga. O vão da comporta indisponível deve ser isolado e fechado, de forma que não atue como dispositivo de descarga e possa gerar uma condição hidráulica fora de controle ou vibrações excessivas. Caso mais de uma comporta estiver indisponível, deve ser tratado como situação de anormalidade e a Comissão de Gestão de Cheias deve ser acionada para decidir as ações necessárias.

4.2 BARRAGEM OESTE - TAIÓ²²

Na condição “Normal” na seção de controle em Rio do Sul, as 7 (sete) comportas do descarregador de fundo permanecem abertas para permitir a defluência da vazão.

Quando o nível atinge “Atenção” ($\geq 4,50$ m), devem ser avaliadas as três seguintes condições:

1. Existe tendência de aumento do nível do rio na última hora?
2. O acumulado de chuva observada na bacia nas últimas 24 horas é de 30 mm ou mais?
3. Previsão de chuva na região para as próximas 24 horas é de 30 mm ou mais?

Caso mais de uma resposta seja “NÃO”, as 7 comportas devem ser mantidas abertas.

Caso mais de uma resposta seja “SIM”, todas as comportas devem ser fechadas e o monitoramento às estações deve ser mantido.

Se o evento evoluir para a situação de “Alerta” e/ou “Emergência”, as 7 comportas devem ser fechadas, independentemente da chuva prevista ou observada.

A Figura 5 apresenta um fluxograma de tomada de decisão para o fechamento das comportas das galerias de descarga²³.

²² Restrições Operativas de Jusante – Barragem Oeste: Rio do Sul (prioritária), Taió e Rio do Oeste

²³ A presente versão do manual de operação da Barragem Sul não contempla o acionamento da comporta do túnel lateral. Para consultar as operações técnicas a respeito dos túneis, consultar IT N° 043/DIGR/2024, inclusa no apêndice - 602-SDC-RT-HID-APE-003-3.

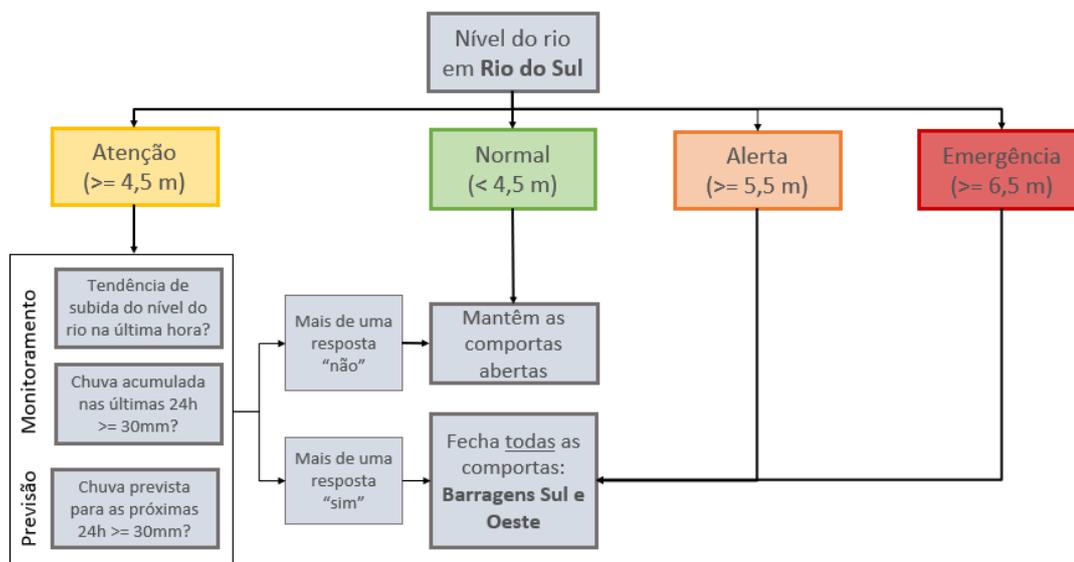


Figura 5. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga da Barragem Oeste considerando a restrição operativa em Rio do Sul.

Frente à ausência de informações da seção de Rio do Sul ou caso a inundação se desenvolva primeiro em Taió, deve-se seguir o fluxograma para Taió, conforme Figura 6.

Dessa forma, em situação “Normal” ou de “Atenção” na seção de controle em Taió, as 7 (sete) comportas do descarregador de fundo devem permanecer abertas.

Quando o nível atingir situação de “Alerta” (≥ 7 m) deve-se observar a três condições seguintes:

- Existe tendência de subida do nível do rio na última hora?
- O acumulado de chuva observada na região nas últimas 24h é de 30 mm ou mais?
- A previsão de chuva na região para as próximas 24 horas é de 30 mm ou mais?

Caso mais de uma resposta seja “não”, deve-se manter as 7 (sete) comportas abertas.

Caso mais de uma resposta for “sim”, deve-se fechar as 7 comportas e continuar o monitoramento.

Se o evento se desenvolver para situação de “Emergência”, deve-se fechar as 7 (sete) comportas, independentemente da chuva observada ou prevista.

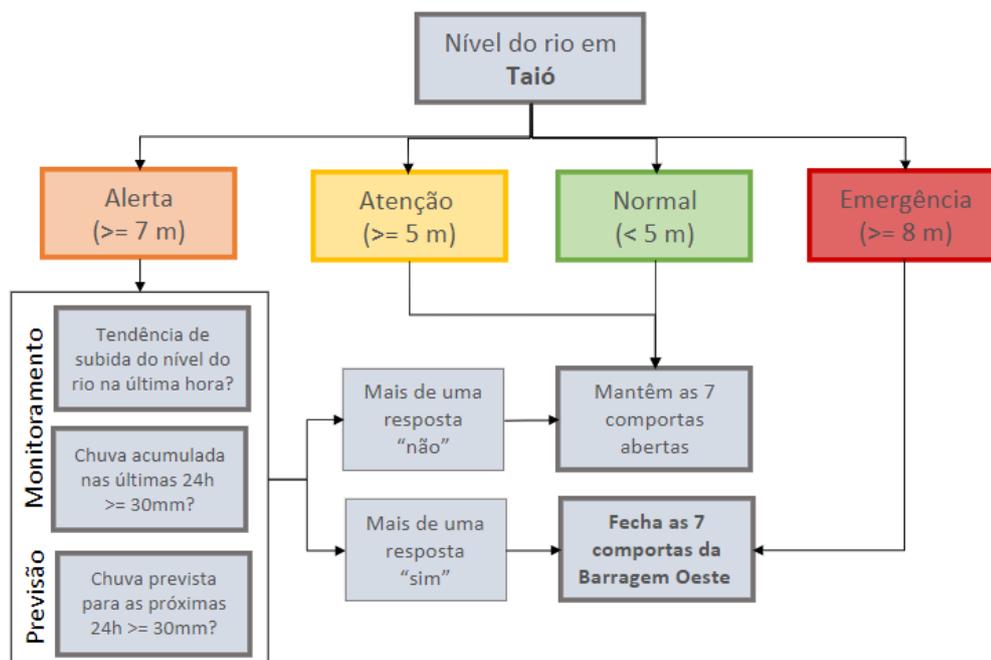


Figura 6. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga da Barragem Oeste considerando a restrição operativa em Taió.

Frente à ausência de informações da seção de Rio do Sul ou caso a inundação se desenvolva primeiro em Rio do Oeste, deve-se seguir o fluxograma para Rio do Oeste, conforme Figura 7.

Dessa forma, em situação “Normal” (nível < 5m) ou de “Atenção” (nível \geq 5m) na seção de controle em Rio do Oeste, as 7 (sete) comportas do descarregador de fundo da barragem Oeste devem permanecer abertas.

Quando o nível atingir situação de “Alerta” (\geq 6,5 m) deve-se observar a três condições seguintes:

- Existe tendência de subida do nível do rio na última hora?
- O acumulado de chuva observada na região nas últimas 24h é de 30 mm ou mais?
- A previsão de chuva na região para as próximas 24 horas é de 30 mm ou mais?
- Caso mais de uma resposta seja “não”, deve-se manter as 7 (sete) comportas abertas.

Caso mais de uma resposta for “sim”, deve-se fechar as 7 comportas e continuar o monitoramento.

Se o evento se desenvolver para situação de “Emergência” (nível \geq 7,4m), deve-se fechar as 7 (sete) comportas, independentemente da chuva observada ou prevista.

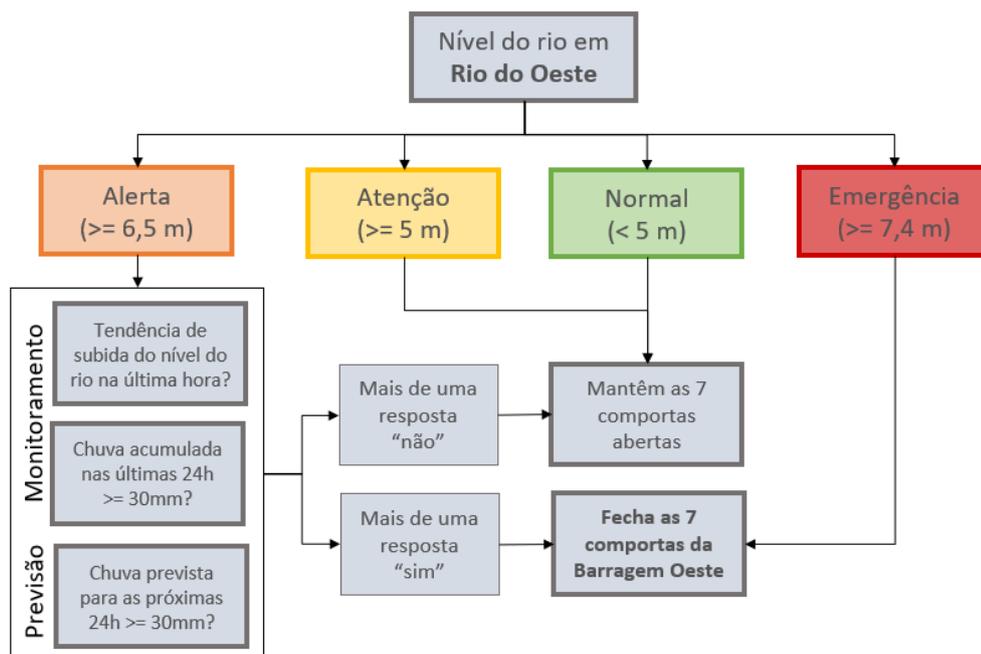


Figura 7. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga da Barragem Oeste considerando a restrição operativa em Rio do Oeste.

Quando identificada a necessidade de operação da barragem para contenção de cheia, considerando como restrição Rio do Sul ou Taió, declara-se “Abertura de Situação” dando início à Operação de Enchimento e ao preenchimento do Formulário de Operação²⁴.

O monitoramento nas seções de controle em Rio de Sul e Taió (níveis e vazões) e nas bacias hidrográficas (precipitação) deve ser realizado continuamente. Se o acumulado de chuva persistir e a capacidade de acumulação for superada, o excedente do volume deverá ser vertido apenas pelo vertedouro.

4.2.1 Taxa de Enchimento do Reservatório

Durante o processo de enchimento do reservatório, deve-se acompanhar o acumulado de precipitação dos últimos 4 dias (96 horas) e a taxa de enchimento do reservatório, que é calculada através da chuva de projeto da bacia. Tais informações são indicativas do nível de criticidade do evento e auxiliam na interpretação do comportamento do armazenamento d’água no reservatório.

As análises e monitoramento das condições podem ser acompanhados através do RESOP, software que realiza o balanço hídrico dos reservatórios. Na Tabela 5 estão representadas as taxas máximas de enchimento do reservatório em função da chuva de projeto de 4 dias.

Tabela 5. Variação da taxa de enchimento do reservatório da Barragem Oeste em função da chuva de projeto.

Período de retorno (TR) [anos]	Chuva acumulada em 4 dias [mm]	Taxa Máxima [m/h]
2	105	0,10
5	173	0,23
10	208	0,29
20	243	0,33
25	265	0,36
50	293	0,38
80	320	0,40
100	333	0,41
150	357	0,43
200	375	0,44

A taxa de enchimento em [m/h] deve ser acompanhada principalmente no início do procedimento de operação de enchimento do reservatório da Barragem Oeste, pois ela indica a intensidade do evento hidrológico quanto à afluência ao reservatório. Maiores eventos tendem a gerar, no início do enchimento, variações rápidas no nível d'água do reservatório de até 0,44 m/h. Acumulados de 4 dias acima de 200 mm podem condicionar situação de vertimento. Com o fim do evento hidrológico, a taxa de enchimento estabiliza em valores da ordem de 0,02 m/h.

4.2.2 Operação dos Dispositivos de Descarga

Quando declarado o início da operação do reservatório, para fins de contenção de inundação, deverá ser seguido o passo-a-passo de fechamento das comportas do descarregador de fundo conforme descrito a seguir.

A Barragem Oeste possui 7 comportas que são agrupadas conforme os conjuntos:

- **Conjunto 1:** Comporta 1 (C1) e Comporta 7 (C7);
- **Conjunto 2:** Comporta 2 (C2) e Comporta 6 (C6);
- **Conjunto 3:** Comporta 3 (C3) e Comporta 5 (C5); e,
- **Conjunto 4:** Comporta 4 (C4).

Quando iniciada a operação de enchimento, a seguinte ordem de fechamento deve ser seguida:

- **Fechamento do Conjunto 1:** A operação inicia-se pela operação do Conjunto 1, com o comando de fechamento;
- **Fechamento do Conjunto 2:** A operação procede com o fechamento do Conjunto 2, logo em seguida da finalização do fechamento do Conjunto 1;
- **Fechamento do Conjunto 3:** A operação procede com o fechamento do Conjunto 3, logo em seguida da finalização do fechamento do Conjunto 2; e,

Fechamento do Conjunto 4: A operação de fechamento do Conjunto 4 ocorre por último, realizando o fechamento total das comportas do barramento.

Na Figura 8 está ilustrada a dinâmica de fechamento das comportas do descarregador de fundo da Barragem Oeste, sendo o fechamento realizado das comportas laterais até a comporta central.

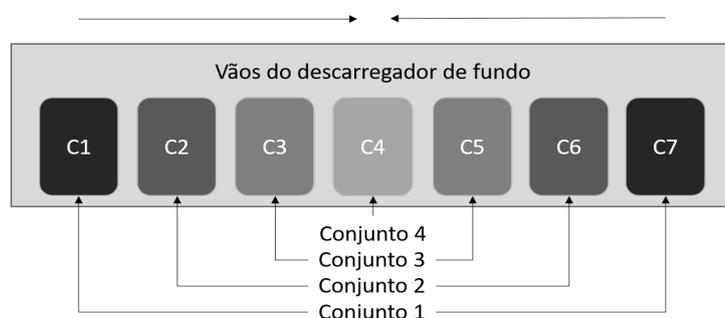


Figura 8. Dinâmica das comportas do descarregador de fundo da Barragem Oeste.

Caso uma das comportas esteja indisponível as configurações que devem ser usadas estão ilustradas no ANEXO B – Configurações para o caso de uma comporta indisponível na Barragem Oeste - Taió. O vão da comporta indisponível deve ser isolado e fechado, de forma que não atue como dispositivos de descarga e possa gerar uma condição hidráulica fora de controle ou vibrações excessivas. O caso de mais de uma comporta estiver indisponível deve ser tratado como situação de anormalidade.

4.3 BARRAGEM NORTE - JOSÉ BOITEUX²⁵

Em situação “Normal” (nível < 4m) ou “Atenção” (nível < 6m) na seção de controle em Blumenau, as comportas das 2 (duas) tulipas e o descarregador de fundo²⁶ devem permanecer abertos, para permitir a defluência da vazão.

Quando o nível atingir situação de “Alerta” (nível \geq 6m) deve-se observar as três condições seguintes:

- Há tendência de subida do nível do rio na última hora?
- O acumulado de chuva observada na bacia nas últimas 24 horas é \geq 30 mm?
- A previsão de chuva na região para as próximas 24 horas é \geq 30 mm?
- Caso mais de uma resposta seja “NÃO”, deve-se manter as 2 (duas) comportas abertas.
- Caso mais de uma resposta for “SIM”, deve-se fechar as 2 (duas) comportas das tulipas.

Se o evento se desenvolver para situação de “Emergência” (nível \geq 8m), deve-se fechar as 2 (duas) comportas das tulipas, independentemente da chuva observada ou prevista.

A Figura 9 apresenta um fluxograma para tomada de decisão para o fechamento das comportas das tulipas²⁷.

²⁵ **Restrição Operativa de Jusante – Barragem Norte: Blumenau**
²⁶ As 3 descargas de fundo não possuem atualmente comportas para operação
²⁷ As 3 descargas de fundo não possuem atualmente comportas para operação.

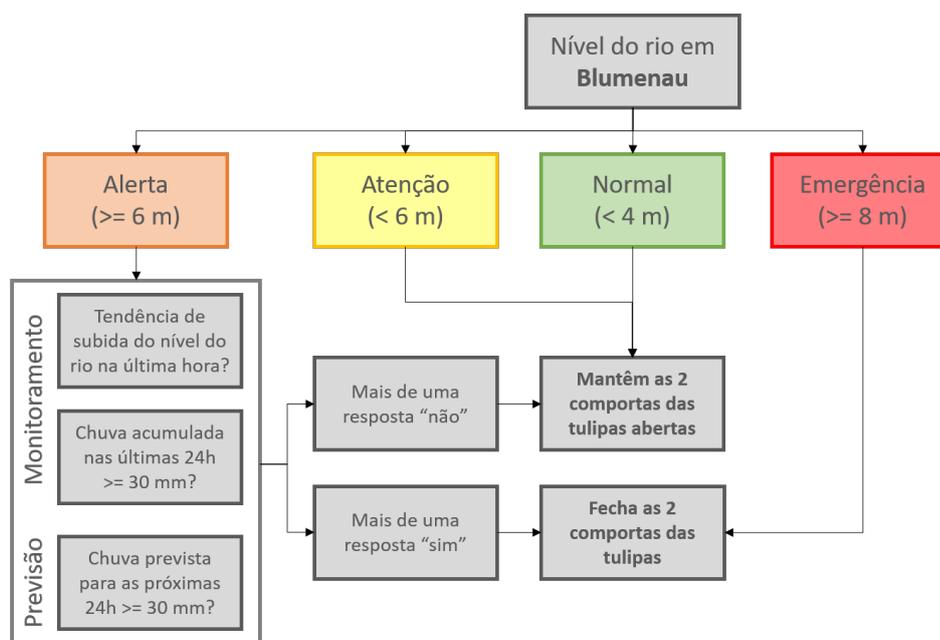


Figura 9. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga da Barragem Norte considerando a restrição operativa em Blumenau.

Quando identificada a necessidade de operação da barragem para contenção de cheia, considerando como restrição Blumenau, declara-se “Abertura de Situação” dando início à Operação de Enchimento e ao preenchimento do Formulário de Operação²⁸.

O monitoramento nas seções de controle em Blumenau (níveis e vazões) e na bacia hidrográfica (precipitação) deve ser realizado continuamente. Se o acumulado de chuva persistir e a capacidade de acumulação for superada, o excedente do volume deverá ser vertido apenas pelo vertedouro.

4.3.1 Taxa de Enchimento do Reservatório

Durante o processo de enchimento do reservatório, deve-se acompanhar o acumulado de precipitação dos últimos 4 dias (96 horas) e a taxa de enchimento do reservatório, que é calculada através da chuva de projeto da bacia. Tais informações são indicativas do nível de criticidade do evento e auxiliam na interpretação do comportamento do armazenamento d’água no reservatório.

As análises e monitoramento das condições podem ser acompanhados através do RESOP, software que realiza o balanço hídrico dos reservatórios. Na Tabela 6 estão representadas as taxas máximas de enchimento do reservatório em função da chuva de projeto de 4 dias.

Tabela 6. Variação da taxa de enchimento do reservatório da Barragem Norte em função da chuva de projeto.

Período de retorno (TR) [anos]	Chuva acumulada em 4 dias [mm]	Taxa Máxima [m/h]
2	105	0,16
5	173	0,25
10	208	0,25
20	243	0,26
25	265	0,29
50	293	0,31
80	320	0,33
100	333	0,34
150	357	0,36
200	375	0,38

A taxa de enchimento em [m/h] deve ser acompanhada, principalmente, no início do procedimento de operação de fechamento das comportas do reservatório da Barragem Norte, pois ela indica a intensidade do evento hidrológico quanto à afluência ao reservatório. Maiores eventos tendem a gerar, no início do enchimento, variações rápidas no nível d'água do reservatório de até 0,38 m/h. Acumulados de 4 dias acima de 265 mm podem condicionar situação de vertimento. Com o fim do evento hidrológico, a taxa de enchimento estabiliza em valores da ordem de 0,15 m/h.

4.3.2 Operação dos Dispositivos de Descarga

Quando declarado o início da operação do reservatório, para fins de contenção de inundação, deverá ser seguido o passo-a-passo de fechamento das comportas/tulipas conforme descrito a seguir.

A Barragem Norte possui 2 (duas) tulipas com comportas cuja operação de enchimento deve seguir a seguinte ordem de fechamento:

- **Fechamento da Tulipa 258:** A operação inicia-se pela operação da Tulipa 258, com o comando de fechamento;
- **Fechamento da Tulipa 264:** A operação procede com o fechamento da Tulipa 264, logo em seguida da finalização do fechamento da Tulipa 258.

Na Figura 10, está ilustrado a sequência operacional em relação ao fluxograma de tomada de decisão de fechamento das comportas das tulipas considerando a restrição operativa em Blumenau.

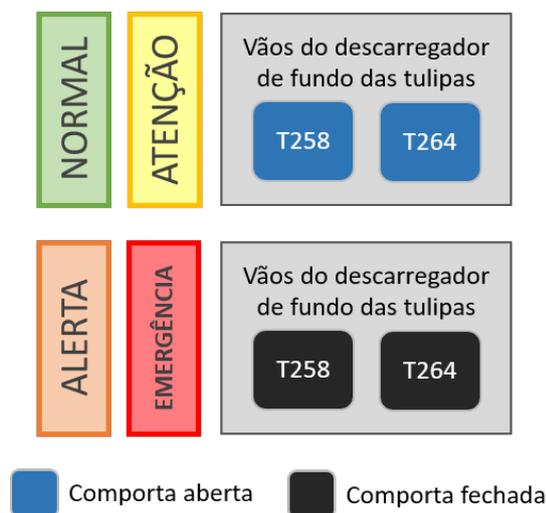


Figura 10. Sequência operacional de fechamento de comportas da Barragem Norte considerando a restrição operativa em Blumenau.

Caso mais de uma comporta esteja indisponível, deve ser tratado como situação de emergência. O vão da comporta indisponível deve ser isolado e fechado, de forma que não atue como dispositivos de descarga e possa gerar uma condição hidráulica fora de controle ou vibrações excessivas.

4.4 RESUMO DOS PROCEDIMENTOS DE ENCHIMENTO DOS RESERVATÓRIOS

Como forma de sintetizar os procedimentos e unificar a visualização de cada etapa do processo de enchimento dos reservatórios de contenção de cheias do Vale do Itajaí, um fluxograma foi elaborado abrangendo as restrições das três estruturas, conforme Figura 11.

Para cada uma das barragens – Sul/Ituporanga, Oeste/Taió, Norte/José Boiteux – foram inseridos os níveis de referência utilizados nas respectivas seções de controle, sendo elas: Rio do Sul, Ituporanga, Taió, Rio do Oeste e Blumenau.

PROTOCOLO DE FECHAMENTO DAS COMPORTAS DAS BARRAGENS DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO VALE DO ITAJAÍ

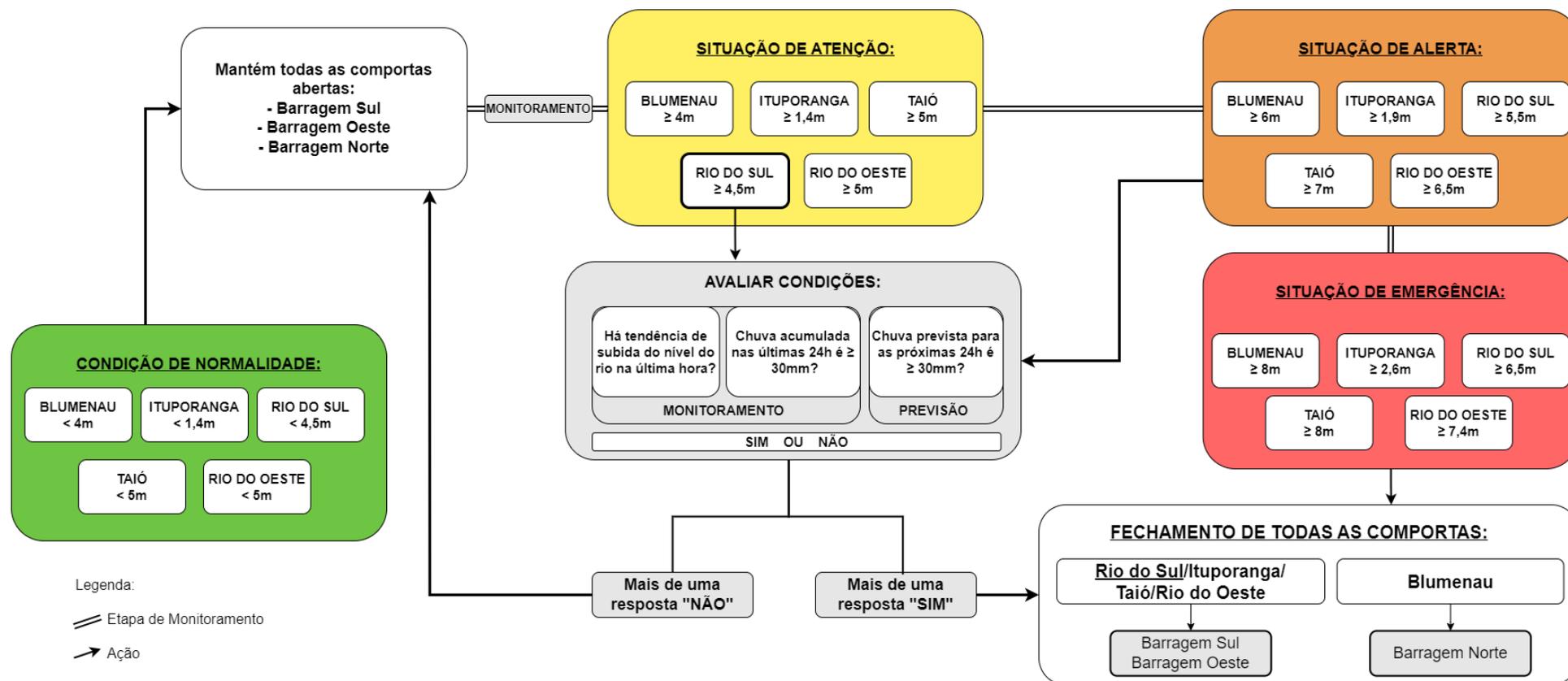


Figura 11. Fluxograma resumo dos protocolos de fechamento de comportas das barragens de contenção de cheias do Vale do Itajaí.

5. PROCEDIMENTO DE ESVAZIAMENTO

5.1 BARRAGEM SUL - ITUPORANGA

Para iniciar o procedimento de esvaziamento do reservatório da barragem Sul, considerando que a operação de enchimento foi realizada, o nível do rio na seção de Ituporanga deve estar abaixo da situação de Alerta ($< 1,9\text{m}$) e as seguintes situações de nível devem ser analisadas em Rio do Sul:

1. Alerta ($> 5,75\text{m}$): comportas devem permanecer fechadas.

2. Atenção ($\leq 5,75\text{m}$) / Normal ($\leq 4,5\text{m}$): deve-se observar as três condições seguintes:

- Há tendência de aumento do nível do rio?
- O acumulado de chuva nas últimas 24 horas é $\geq 30\text{ mm}$?
- A previsão de chuva na região nas próximas 24 horas é $\geq 30\text{ mm}$?

Caso mais de uma resposta seja “sim”, deve-se manter as comportas fechadas.

Caso mais de uma resposta seja “não” e o nível do rio na seção de Rio do Sul for $< 4,5\text{m}$ ou vazão $< 400\text{ m}^3/\text{s}$, pode ser iniciado o esvaziamento do reservatório.

É válido destacar que, em eventos de cheia, a ação de esvaziamento da Barragem Sul represa, parcialmente, a afluência proveniente da contribuição de Rio do Oeste. Esse efeito diminui a eficiência hidráulica de escoamento do rio e gera em torno de $0,3\text{m}$ de remanso.

A Figura 12 apresenta um fluxograma para tomada de decisão para a abertura das comportas do descarregador de fundo.

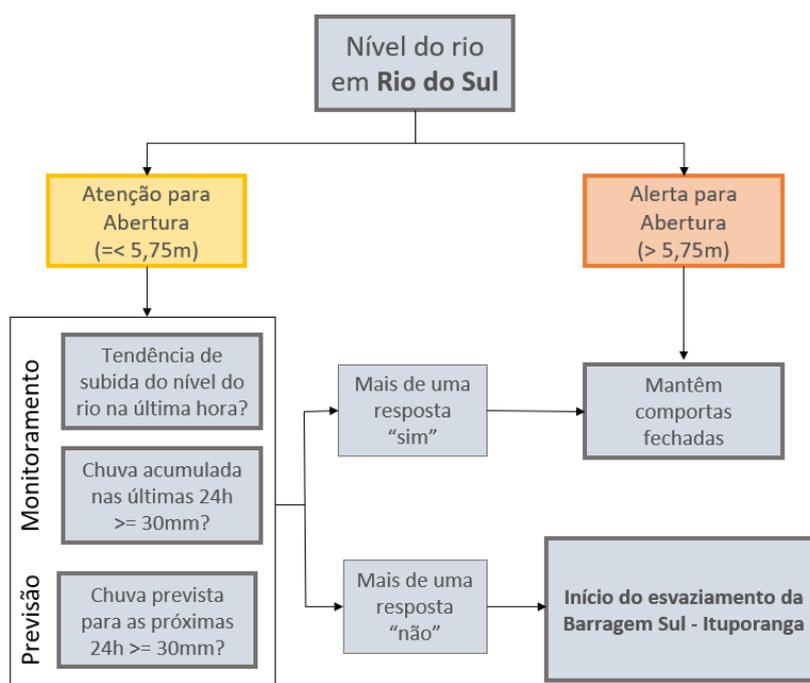


Figura 12. Fluxograma para tomada de decisão de abertura das comportas das galerias de descarga da Barragem Sul em condição de eventos de cheia.

5.1.1 Taxa de Esvaziamento do Reservatório

Na Tabela 7, estão resumidas informações das condições do reservatório em função das chuvas de projeto acumuladas em 4 dias. Vale destacar que os volumes de chuvas determinam a caracterização da situação hidrológica da bacia do Rio Itajaí na seção de Rio do Sul.

Tabela 7. Variação da taxa de esvaziamento do reservatório da Barragem Sul e tempo total em função da chuva de projeto.

Chuva	Cota d'água [m-IBGE]	Média [m/h]	Máxima[m/h]	Tempo Total [d]
105	389,00	0,04	0,43	10
173	397,00	0,06	1,07	14
208	400,00	0,06	1,24	19
243	401,00	0,06	1,24	19
265	401,00	0,06	1,19	20
293	401,00	0,05	1,24	21
320	401,00	0,06	1,08	21
333	401,00	0,06	1,08	21
357	401,00	0,06	1,08	21
375	401,00	0,06	1,08	21

Em caso de indisponibilidade de uma comporta do descarregador de fundo, por mau funcionamento ou entupimento, a margem de operação deve ser incrementada em 6 (seis) dias para o tempo total esperado de esvaziamento do reservatório. Na Figura 13 é ilustrado a progressão do tempo de esvaziamento em função da chuva de projeto.

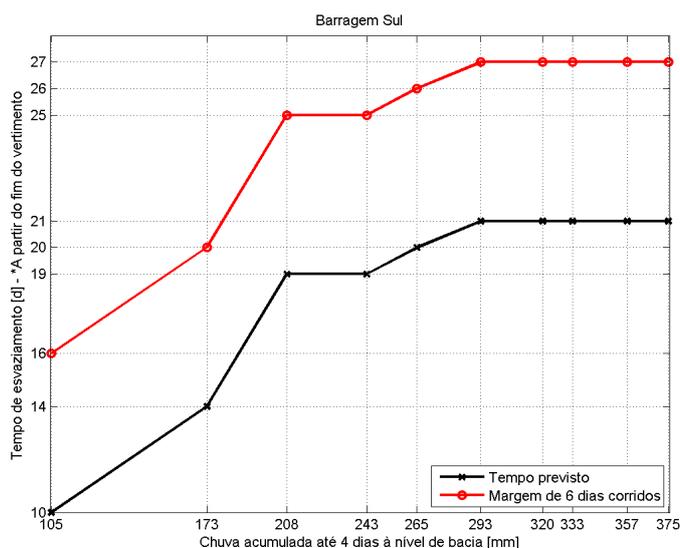


Figura 13. Tempo de esvaziamento da Barragem Sul.

5.1.2 Operação das Comportas

Com o fim do evento hidrológico, o procedimento de abertura do descarregador de fundo da Barragem Sul deve seguir a seguinte ordem:

- **Abertura do Conjunto 3:** A operação inicia-se pela operação do Conjunto 3, com o comando de abertura;
- **Abertura Conjunto 2:** A operação procede com a abertura do Conjunto 2, logo em seguida da finalização da abertura do Conjunto 3; e,
- **Abertura do Conjunto 1:** A operação de abertura do Conjunto 1 ocorre 10 horas após o início de abertura do Conjunto 2 e 3 e durante o turno de trabalho.

Na Figura 14, é ilustrada a sequência operacional por conjunto de comportas em relação ao fluxograma de tomada de decisão do esvaziamento. O horário de abertura do Conjunto 1 não é rigoroso, desde que seja respeitado o intervalo mínimo de 10 horas entre as aberturas, a abertura pode ser realizada dentro do turno de trabalho.

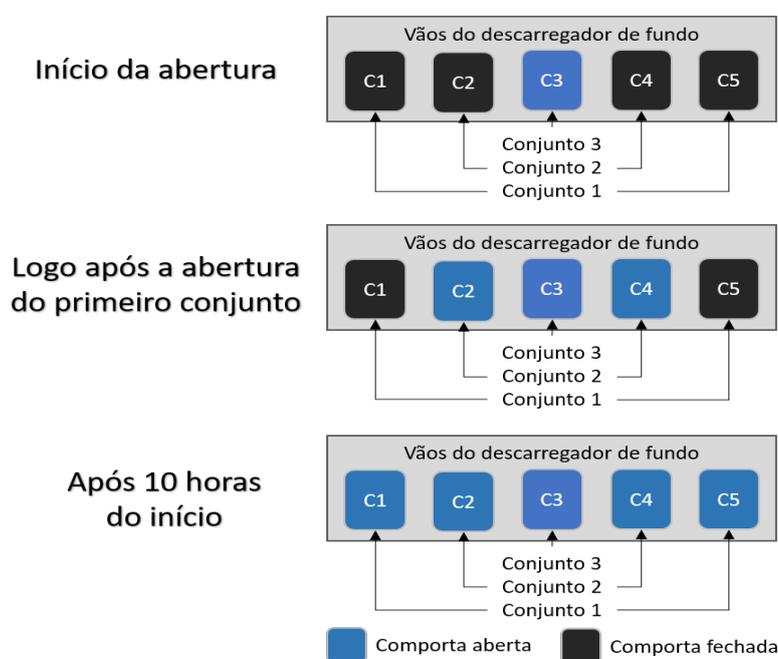


Figura 14. Dinâmica de abertura das comportas para o processo de esvaziamento do reservatório da Barragem Sul.

Ainda, leva-se em consideração o nível em ambos os reservatórios, podendo intercalar a abertura nas barragens Sul e Oeste, sempre abrindo-se um conjunto por vez, mantendo o nível na seção de Rio do Sul próximo aos 5,5m.

Durante o período de esvaziamento, o Balanço Hídrico do reservatório deve ser acompanhado para o cálculo da taxa de esvaziamento e registro de situação. Para isso, devem ser inseridos os registros das medições, realizadas de hora em hora, no sistema RESOP.

Mesmo com a indisponibilidade de uma comporta, o intervalo entre os conjuntos deve ser respeitado para evitar elevações bruscas do nível do rio nas seções de controle.

Em caso de vertimento, as comportas devem ser abertas somente a partir do momento em que a vazão de afluência no reservatório seja menor que a vazão de defluência ($Q_{af} < Q_{def}$). A situação deve ser acompanhada através do software RESOP e avaliada pelos técnicos responsáveis para a tomada de decisão.

5.2 BARRAGEM OESTE - TAIÓ

Para iniciar o procedimento de esvaziamento do reservatório da barragem Oeste, considerando que a operação de enchimento foi realizada, o nível do rio na seção de Taió deve estar abaixo da situação de Alerta ($< 7\text{m}$), bem como o nível do rio na seção de Rio do Oeste deve estar abaixo da situação de Alerta ($< 6,5\text{m}$) e as seguintes situações de nível devem ser analisadas em Rio do Sul:

1. Alerta ($> 5,75\text{m}$): comportas devem permanecer fechadas.

2. Atenção ($\leq 5,75\text{m}$) / Normal ($\leq 4,5\text{m}$): deve-se observar as três condições seguintes:

- Há tendência de aumento do nível do rio?
- O acumulado de chuva nas últimas 24 horas é $\geq 30\text{ mm}$?
- A previsão de chuva na região nas próximas 24 horas é $\geq 30\text{ mm}$?
- Caso mais de uma resposta seja “sim”, deve-se manter as comportas fechadas.
- Caso mais de uma resposta seja “não” e o nível do rio na seção de Rio do Sul for $< 4,5\text{m}$ ou vazão $< 400\text{ m}^3/\text{s}$, pode ser iniciado o esvaziamento do reservatório.

É válido destacar que, em eventos de cheia, a ação de esvaziamento da Barragem Sul represa, parcialmente, a afluência proveniente da contribuição de Rio do Oeste. Esse efeito diminui a eficiência hidráulica de escoamento do rio e gera em torno de $0,3\text{m}$ de remanso.

A Figura 15 apresenta um fluxograma para tomada de decisão para a abertura das comportas do descarregador de fundo.

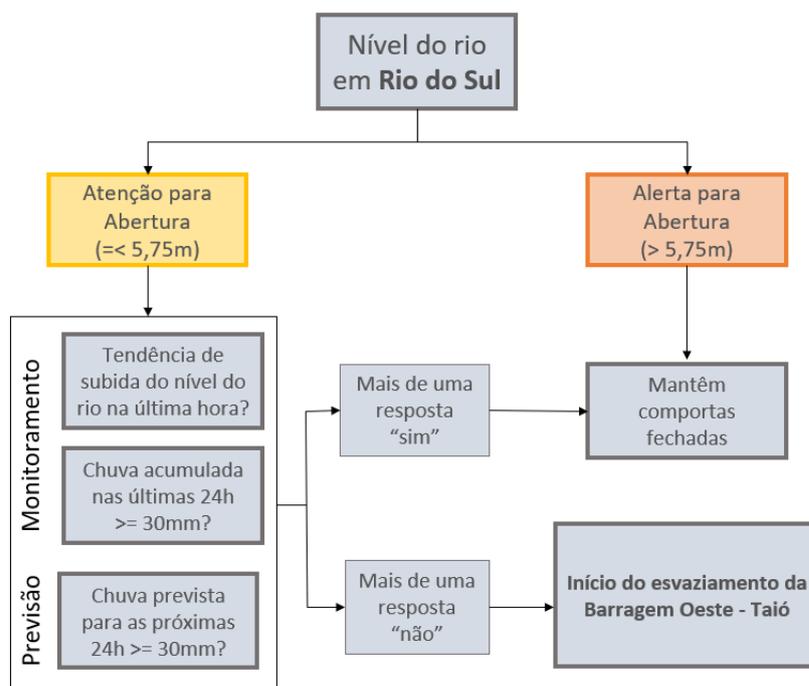


Figura 15. Fluxograma para tomada de decisão de abertura das comportas das galerias de descarga da Barragem Oeste em condição de eventos de cheia.

5.2.1 Taxa de Esvaziamento do Reservatório

Na Tabela 8, são resumidas informações das condições do reservatório em função das chuvas de projeto acumuladas em 4 dias. Vale ressaltar que os volumes de chuvas determinam a caracterização da situação hidrológica da bacia do Rio Itajaí na seção de Rio do Sul.

Tabela 8. Variação da taxa de esvaziamento do reservatório da Barragem Oeste e tempo total em função da chuva de projeto.

Chuva	Cota d'água [m-IBGE]	Média [m/h]	Máxima[m/h]	Tempo Total [d]
105	351,90	0,07	0,80	4
173	357,00	0,03	0,74	11
208	359,60	0,04	0,75	14
243	362,30	0,04	0,73	17
265	362,30	0,04	0,73	17
293	362,30	0,04	0,73	17
320	362,30	0,04	0,63	17
333	362,30	0,04	0,63	17
357	362,30	0,04	0,63	17
375	362,30	0,04	0,63	17

Em caso de indisponibilidade de uma comporta do descarregador de fundo, por mau funcionamento ou entupimento, a margem de operação deve ser incrementada em 3 dias para o tempo total esperado de esvaziamento do reservatório. Na Figura 16 é ilustrada a progressão do tempo de esvaziamento em função da chuva de projeto.

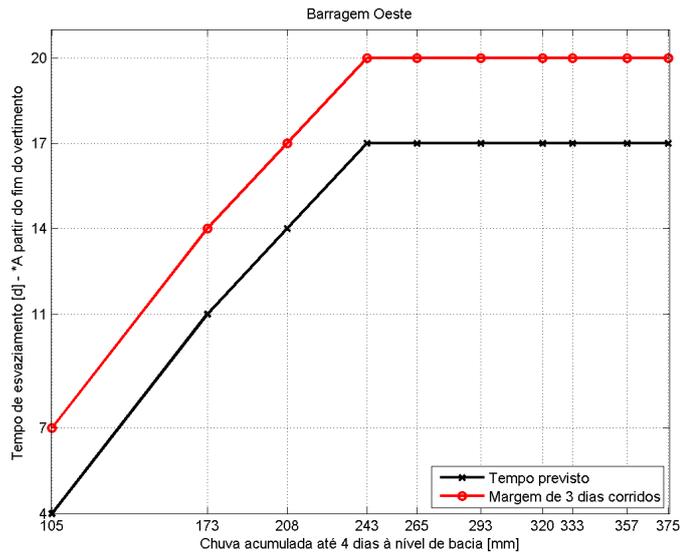


Figura 16. Tempos de esvaziamento da Barragem Oeste.

5.2.2 Operação das Comportas

Com o fim do evento hidrológico, o procedimento de abertura do descarregador de fundo da Barragem Oeste deve seguir a seguinte ordem:

- **Abertura do Conjunto 4:** A operação inicia-se pela operação do Conjunto 4, com o comando de abertura;
- **Abertura Conjunto 3:** A operação procede com a abertura do Conjunto 3, logo em seguida da finalização da abertura do Conjunto 4;
- **Abertura do Conjunto 2:** A operação de abertura Conjunto 2 ocorre 5 horas após ao início de abertura do Conjunto 4 e durante o turno de trabalho; e,
- **Abertura do Conjunto 1:** A operação de abertura do Conjunto 1 ocorre 10 horas após ao início de abertura do Conjunto 4 e durante o turno de trabalho.

Na Figura 17 está ilustrado a sequência operacional por conjunto de comportas em relação ao fluxograma de tomada de decisão de abertura das comportas. O horário de abertura do Conjunto 2 e do Conjunto 1 não é rigoroso, desde que seja respeitado o intervalo mínimo de 5 horas entre as aberturas, a abertura pode ser realizada dentro do turno de trabalho.

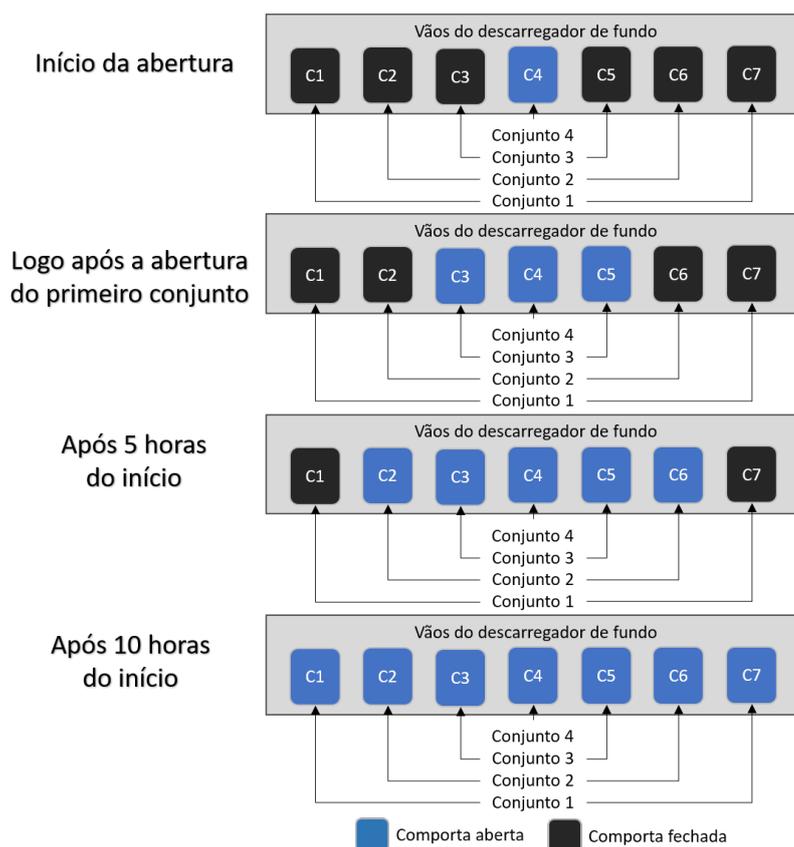


Figura 17. Dinâmica de abertura das comportas para o processo de esvaziamento do reservatório da Barragem Oeste em condição de eventos de normalidade.

Ainda, leva-se em consideração o nível em ambos os reservatórios, podendo intercalar a abertura nas barragens Sul e Oeste, sempre abrindo-se um conjunto por vez, mantendo o nível na seção de Rio do Sul próximo aos 5,5m.

Durante o período de esvaziamento, o Balanço Hídrico do reservatório deve ser acompanhado para o cálculo da taxa de esvaziamento e registro de situação. Para isso, devem ser inseridos os registros das medições, realizadas de hora em hora, no sistema RESOP²⁹.

Mesmo com a indisponibilidade de uma comporta, o intervalo entre os conjuntos deve ser respeitado para evitar elevações bruscas do nível do rio nas seções de controle.

Em caso de vertimento, as comportas devem ser abertas somente a partir do momento em que a vazão de afluência no reservatório seja menor que a vazão de defluência ($Q_{af} < Q_{def}$). A situação deve ser acompanhada através da gestão do reservatório, realizada no software RESOP, e avaliada pelos técnicos responsáveis para a tomada de decisão.

5.3 BARRAGEM NORTE – JOSÉ BOITEUX³⁰

Considerando que a operação de enchimento já teve início, em caso de situação de “Alerta” (nível $\geq 6m$) ou “Emergência” (nível $\geq 8m$) em Blumenau, as comportas devem se manter fechadas.

²⁹ RESOP: SIG²A Fractal (fractaleng.com.br)

³⁰ Restrição Operativa de Jusante – Barragem Norte: Blumenau

Em caso de situação de “Atenção” (nível $\geq 4\text{m}$) ou “Normal” (nível $< 4\text{m}$), deve-se observar as três seguintes condições:

- Há tendência de subida do nível do rio na última hora?
- O acumulado de chuva observada na região nas últimas 24 horas é $\geq 30\text{ mm}$?
- A previsão de chuva na região para as próximas 24 horas é $\geq 30\text{ mm}$?
- Caso mais de uma resposta seja “SIM”, deve-se manter as comportas das tulipas fechadas.
- Caso mais de uma resposta seja “NÃO”, deve-se iniciar o procedimento de esvaziamento do reservatório.

A Figura 18 apresenta um fluxograma para tomada de decisão da abertura das comportas do descarregador de fundo.

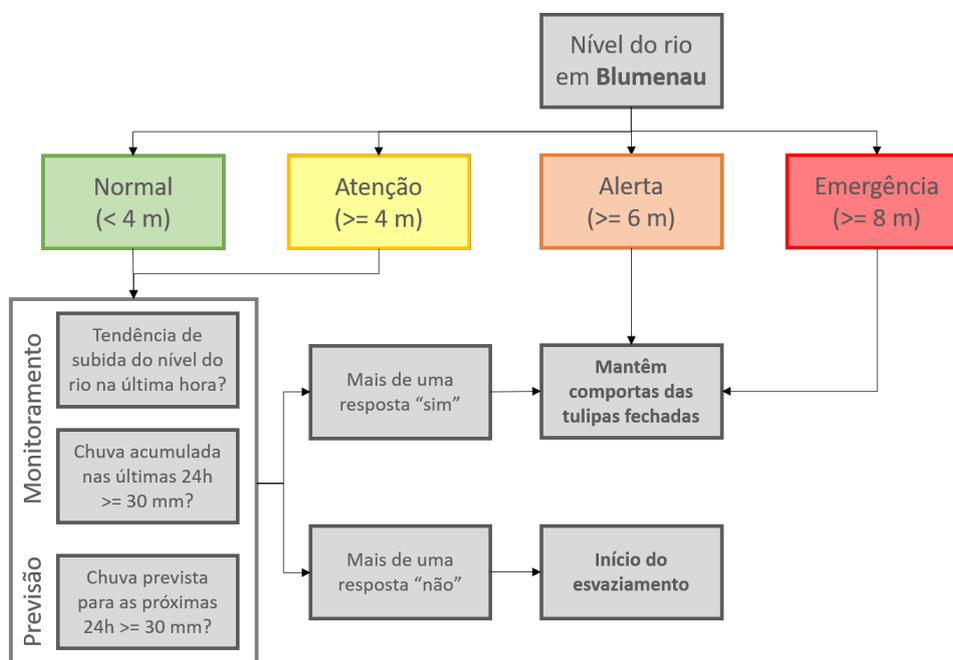


Figura 18. Fluxograma para tomada de decisão de abertura das comportas da Barragem Norte considerando a restrição operativa de Blumenau.

5.3.1 Taxa de Esvaziamento do Reservatório

Na Tabela 9 estão resumidas informações das condições do reservatório em função das chuvas de projeto acumuladas em 4 dias. Vale ressaltar que os volumes de chuvas determinam a caracterização da situação hidrológica da bacia do Rio Itajaí na seção de Blumenau.

Tabela 9. Variação da taxa de esvaziamento do reservatório da Barragem Norte e tempo total em função da chuva de projeto.

Chuva	Cota d'água [m-IBGE]	Média [m/h]	Máxima[m/h]	Tempo Total [d]
105	271,40	0,01	0,12	5
173	281,40	0,01	0,18	6
208	286,40	0,01	0,16	8
243	291,20	0,01	0,16	8
265	294,15	0,02	0,15	9
293	295,00	0,02	0,13	9
320	295,00	0,02	0,14	9
333	295,00	0,02	0,14	9
357	295,00	0,02	0,13	9
375	295,00	0,02	0,13	9

Em caso de indisponibilidade de uma comporta do descarregador de fundo, por mau funcionamento ou entupimento, a margem de operação deve ser incrementada em 3 dias para o tempo total esperado de esvaziamento do reservatório. Na Figura 19 é ilustrado a progressão do tempo de esvaziamento em função da chuva de projeto.

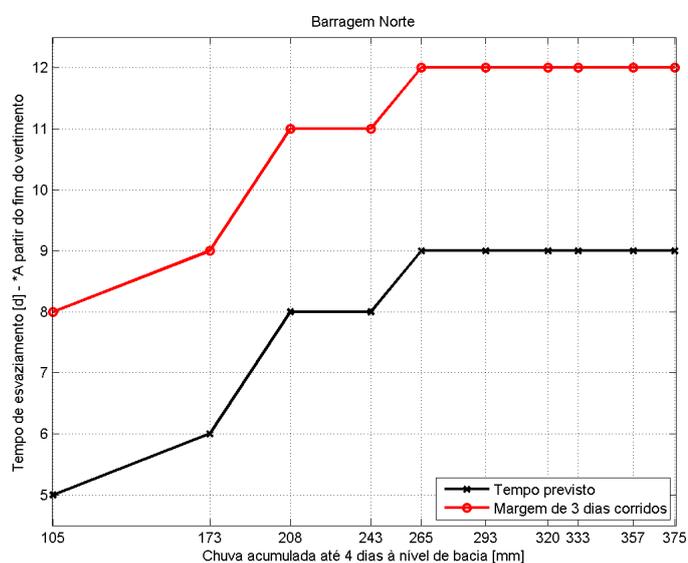


Figura 19. Tempo de esvaziamento da Barragem Norte.

5.3.2 Operação dos Dispositivos de Descarga

Com o fim do evento hidrológico, o procedimento de abertura do descarregador de fundo da Barragem Oeste deve seguir a seguinte ordem:

Abertura Tulipa 264: A operação inicia-se pela operação da Tulipa 264, com o comando de abertura;

Abertura Tulipa 258: A operação procede com a abertura da Tulipa 258, logo em seguida da finalização da abertura da Tulipa 264.

Na Figura 20, é apresentada a dinâmica de abertura das tulipas da Barragem Norte.

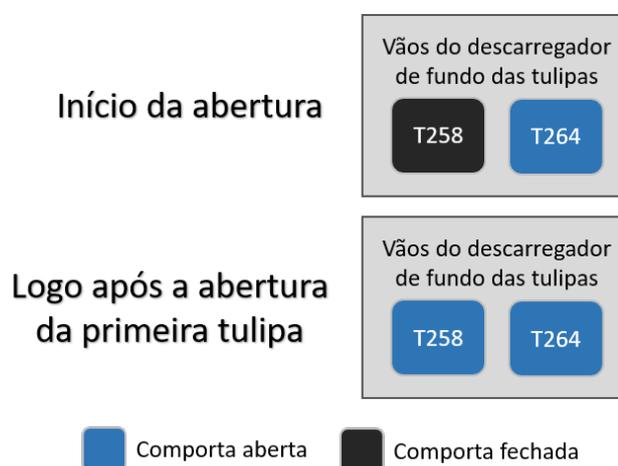


Figura 20. Dinâmica de abertura das comportas das tulipas para o processo de esvaziamento do reservatório da Barragem Norte.

Durante o período de esvaziamento, o Balanço Hídrico do reservatório deve ser acompanhado para o cálculo da taxa de esvaziamento e registro de situação. Para isso, devem ser inseridos os registros das medições, conforme a situação do reservatório, no sistema RESOP³¹.

No momento, à margem esquerda da Barragem Norte, encontra-se uma galeria de desvio aberta, sem controle operacional. Durante os processos de enchimento e esvaziamento, as diretrizes operacionais contemplam a presença da referida galeria de desvio sem supervisão.

6. PROCEDIMENTO DE ESVAZIAMENTO EXCEPCIONAL EM EVENTOS ADVERSOS

Em eventos de cheia declarados, quando o reservatório se iguala ou ultrapassa 80% da capacidade de armazenamento (volume útil), o cenário hidrológico é de inundação na seção de controle de Rio do Sul e há previsão de chuva significativa (acima de 30mm) para as próximas 24 horas, o procedimento de esvaziamento excepcional pode ser realizado, a fim de atenuar o evento previsto.

Para o início da operação, os seguintes critérios devem ser obedecidos:

- O nível do rio na seção de Rio do Sul deve ser igual ou superior a 8 m;
- O nível do rio na seção de Rio do Sul deve estar apresentando tendência de recessão;
- A abertura das comportas deve ser realizada de forma gradual;
- Que ao realizar esse procedimento, o pico de vazão em Rio do Sul devido a abertura das comportas das barragens, seja inferior ao pico do evento de origem.

31 [RESOP: SIG²A Fractal \(fractaleng.com.br\)](http://RESOP: SIG²A Fractal (fractaleng.com.br))

Como ferramenta auxiliar para tomada de decisão, podem ser avaliados os boletins de previsão hidrometeorológica do SPEHC³², as análises de influência à jusante nos procedimentos de esvaziamento das barragens Sul e Oeste (abordados no item 9.1), e da ferramenta de Pré-Operação³³, que auxilia na projeção das cotas do reservatório através de simulações hidráulicas.

A decisão de qual barragem realizar o procedimento deve ser avaliada tecnicamente pela equipe responsável pela operação, devendo ser considerado o comportamento da chuva prevista nas bacias relacionadas e no nível de cada reservatório.

7. PROCEDIMENTOS EM INTERCORRÊNCIAS OPERACIONAIS

Os procedimentos em condição de intercorrência operacional são caracterizados pela situação em que há indisponibilidade de uma comporta do descarregador de fundo ou evento de precipitação que comprometa a taxa de esvaziamento do procedimento.

7.1 BARRAGEM SUL – ITUPORANGA

No procedimento de enchimento do reservatório quando em intercorrência operacional, o nível na seção de controle de Rio do Sul para o referencial de fechamento das comportas deve ser mantido em 4,5m. Contudo, caso seja avaliado pela equipe técnica responsável pela operação de acordo com as condições hidrometeorológicas observadas e previstas, o procedimento pode ser iniciado antecipadamente.

Quanto ao procedimento de esvaziamento, em caso de indisponibilidade de comporta, a margem de tempo adicional para o esvaziamento do reservatório é incrementada em 6 (seis) dias para a Barragem Sul.

7.2 BARRAGEM OESTE - TAIÓ

No procedimento de enchimento do reservatório quando em intercorrência operacional, o nível na seção de controle de Rio do Sul para o referencial de fechamento das comportas deve ser mantido em 4,5m. Contudo, caso seja avaliado pela equipe técnica responsável pela operação de acordo com as condições hidrometeorológicas observadas e previstas, o procedimento pode ser iniciado antecipadamente.

Quanto ao procedimento de esvaziamento, em caso de indisponibilidade de comporta, a margem de tempo adicional para o esvaziamento do reservatório é incrementada em 3 dias para a Barragem Oeste.

7.3 BARRAGEM NORTE - JOSÉ BOITEUX

No procedimento de esvaziamento, em caso de indisponibilidade de comporta, a margem de tempo adicional para o esvaziamento do reservatório é incrementada em 3 dias para a Barragem Norte.

32 [SPEHC:SIG²A Fractal \(fractaleng.com.br\)](http://fractaleng.com.br)

33 [PRÉ-OPERAÇÃO: SIG²A Fractal \(fractaleng.com.br\)](http://fractaleng.com.br)

8. LIMITAÇÕES OPERACIONAIS DAS BARRAGENS SUL E OESTE

Entende-se como limitações operacionais todos os fatores que impedem o controle de operações de um dos reservatórios, seja para fechamento e/ou abertura das comportas, visando o enchimento ou esvaziamento destes dispositivos. Além disso, situações que comprometem a segurança das estruturas também são entendidas como limitação operacional, ou seja, em situações em que o fechamento das comportas para contenção de cheia implica em um comprometimento da segurança estrutural, há uma limitação operacional.

Em casos de limitações operacionais em mais de um dos reservatórios, ou seja, com apenas um dos três reservatórios disponíveis para serem operados visando conter e mitigar cheias no vale do Itajaí, algumas medidas e ações específicas devem ser tomadas nestas situações. Neste contexto, a equipe técnica da SDC definiu algumas ações para que eventos de cheia venham a ser mitigados através da operação de somente um dos reservatórios. Estas ações estão descritas a seguir nos itens 8.1 e 8.2.

8.1 MEDIDAS E AÇÕES EM CASO DE APENAS UM RESERVATÓRIO OPERACIONALMENTE DISPONÍVEL

Com apenas um dos barramentos podendo ser operado, as regras de operação para fechamento devem utilizar valores de nível de referência mais restritivos. Neste contexto, a utilização de valores de nível menores nos pontos de controle primários (Rio do Sul) e Secundários (Ituporanga e Taió) devem ser considerados, conforme as figuras que seguem.

A Figura 21 apresenta o fluxograma para tomada de decisão para fechamento das comportas das galerias de descarga considerando a restrição operativa no ponto de controle primário, ou seja, em Rio do Sul, para casos em que há limitações em condições operacionais em mais de uma barragem. Para esta situação específica, o limiar considerado nesta localidade é o de Atenção: nível $\geq 3,75$ metros.

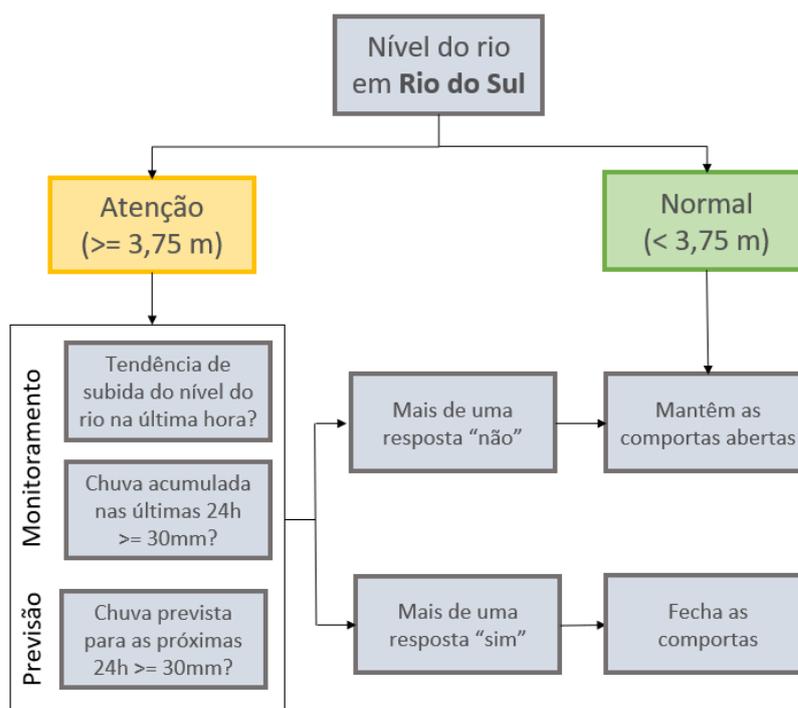


Figura 21. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga considerando a restrição operativa em Rio do Sul frente a limitações em condições operacionais.

A Figura 22 apresenta o fluxograma para tomada de decisão para fechamento das comportas das galerias de descarga considerando a restrição operativa no ponto de controle secundário de Ituporanga, para casos em que há limitações em condições operacionais em mais de uma barragem. Para esta situação específica, o limiar considerado nesta localidade é o de Atenção: nível $\geq 1,4$ metros.

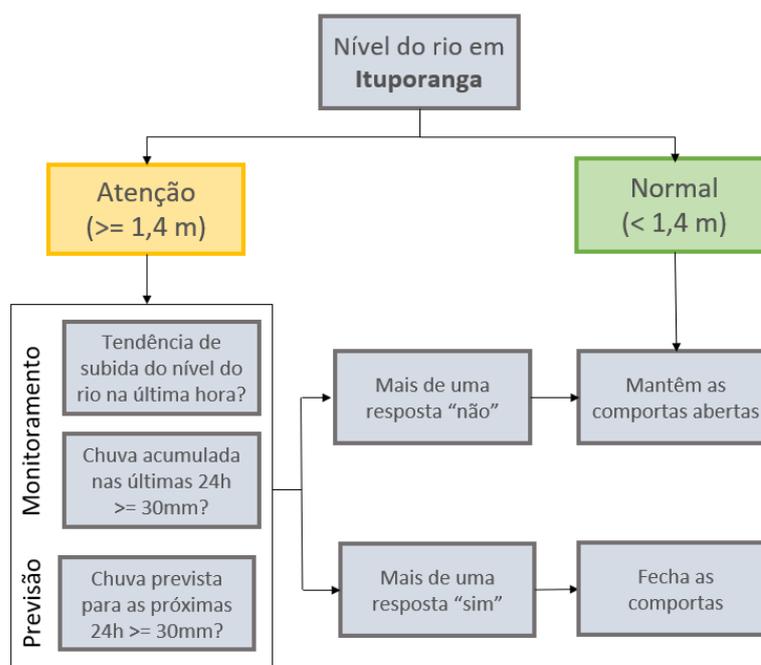


Figura 22. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga considerando a restrição operativa em Ituporanga frente a limitações em condições operacionais.

A Figura 23 apresenta o fluxograma para tomada de decisão para fechamento das comportas das galerias de descarga considerando a restrição operativa no ponto de controle secundário de Taió, para casos em que há limitações em condições operacionais em mais de uma barragem. Para esta situação específica, o limiar considerado nesta localidade é o de Atenção: nível ≥ 5 metros.

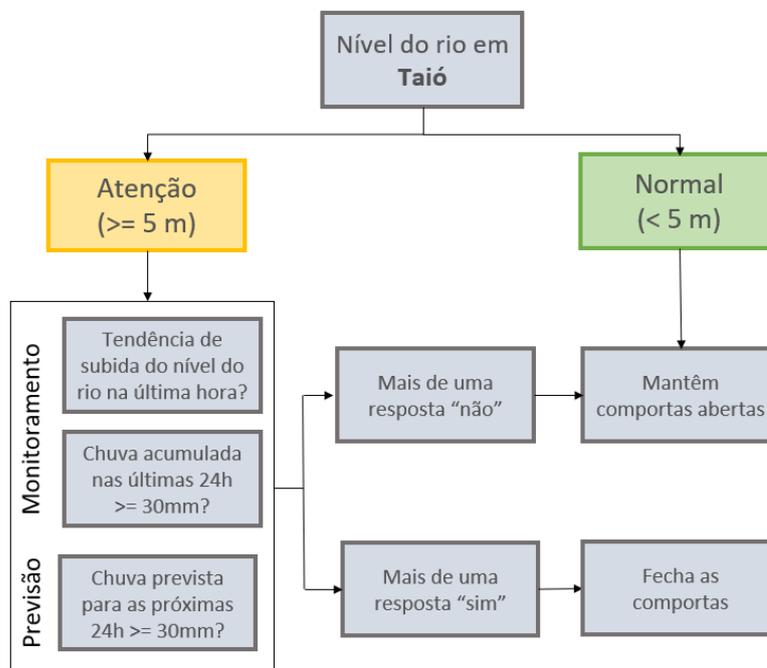


Figura 23. Fluxograma para tomada de decisão de fechamento das comportas das galerias de descarga considerando a restrição operativa em Taió frente a limitações em condições operacionais.

Para as atividades de esvaziamento do reservatório, as condições descritas ao longo dos itens anteriores permanecem inalteradas, ou seja, também devem ser seguidas em situações em que há limitações nas condições operacionais. Além disso, destacam-se algumas considerações a serem observadas em caso de limitações.

8.2 CONSIDERAÇÕES

A diminuição dos valores de referência considerados nos pontos de controle primários e secundários, conseqüentemente resulta em um aumento no número de operações do reservatório a ser operado para contenção de cheia. O referido aumento representa maior exigência em relação à parte estrutural dos reservatórios, que necessitará maior atenção do ponto de vista de inspeções pós operação, bem como de manutenções preventivas.

A disponibilidade operacional de apenas uma barragem para contenção e mitigação das cheias, representa maior demanda no âmbito das previsões e do monitoramento, que requer análises com mais periodicidade e atenção das equipes técnicas envolvidas no processo. Além disso, a indisponibilidade de operação em mais de um reservatório deve ocasionar maior necessidade de elaboração e emissão de boletins, notas e avisos para ocorrência de possíveis eventos de cheia, principalmente nas localidades mais próximas aos reservatórios que não se encontram operacionais, locais em que a população, até antes do momento da indisponibilidade, dependia e confiava nestes dispositivos para contenção de cheias.

9. TEMPOS DE PROPAGAÇÃO DAS ONDAS

Tendo como referência o ponto de restrição operativa em Rio do Sul, verificou-se que o tempo de resposta entre a operação dos dispositivos de descarga das barragens e o tempo de chegada do pulso no ponto de jusante de interesse varia de acordo com a condição hidrológica da bacia.

As faixas mínima e máxima de tempo de chegada na propagação das ondas seguem a disposição apresentada conforme as condições apresentadas no item 9.1 a seguir.

9.1 INFLUÊNCIA DA ALTURA INCREMENTAL À JUSANTE NOS PROCEDIMENTOS DE ESVAZIAMENTO – BARRAGENS SUL E OESTE

Diante dos procedimentos de esvaziamento dos reservatórios, a influência das aberturas de comportas das barragens podem ser observadas nos pontos de jusante, representados pelos municípios de Ituporanga, Taió, Rio do Oeste e Rio do Sul.

Para cada simulação de tempo de propagação das ondas, foram considerados: 3 cenários hidrológicos; a combinação de barragens operadas e; os níveis d'água dos reservatórios. Para tal, as seguintes condições hidrológicas foram consideradas de forma a determinar as condicionantes do modelo hidráulico:

- **Cenário hidrológico 1:** vazão total em Rio do Sul igual ou maior do que 200 m³/s (nível ≥ 2,2m)
- **Cenário hidrológico 2:** vazão total em Rio do Sul igual ou maior do que 450 m³/s (nível ≥ 5,40m)
- **Cenário hidrológico 3:** vazão total em Rio do Sul igual ou maior do que 700 m³/s (nível ≥ 6,75m)

Em relação aos reservatórios das barragens Oeste e Sul, os seguintes níveis de reservação foram considerados:

- **NAR 100%:** Reservatório cheio prestes a verter;
- **NAR 90%:** Reservatório cheio no limite da condição de emergência;
- **NAR 50%:** Reservatório parcialmente cheio;
- **NAR 10%:** Reservatório vazio.

Para a determinação do tempo de chega de um pulso na operação das barragens, tanto em conjunto como separadamente, um limite de altura incremental foi usado para avaliar o tempo de chegada nas localidades de interesse, utilizando como base 0,30 m para os resultados apresentados neste manual de operação. Entende-se que uma sobre elevação de 0,30 m é mais acurada e visível diante do monitoramento manual realizado pela leitura de réguas.

Os gráficos a seguir, apresentam o tempo de chegada do pulso de operação de uma ou mais barragens, de acordo com o ponto de interesse de jusante, considerando a altura incremental (dH) de 0,30m. Além disso, estão apresentadas as alturas incrementais máximas (Hmáx) simuladas em cada condição hidrológica (cenários 1, 2 e 3). A análise

completa das simulações e tempos de resposta pode ser encontrada na Estudo Hidráulico Operacional³⁴

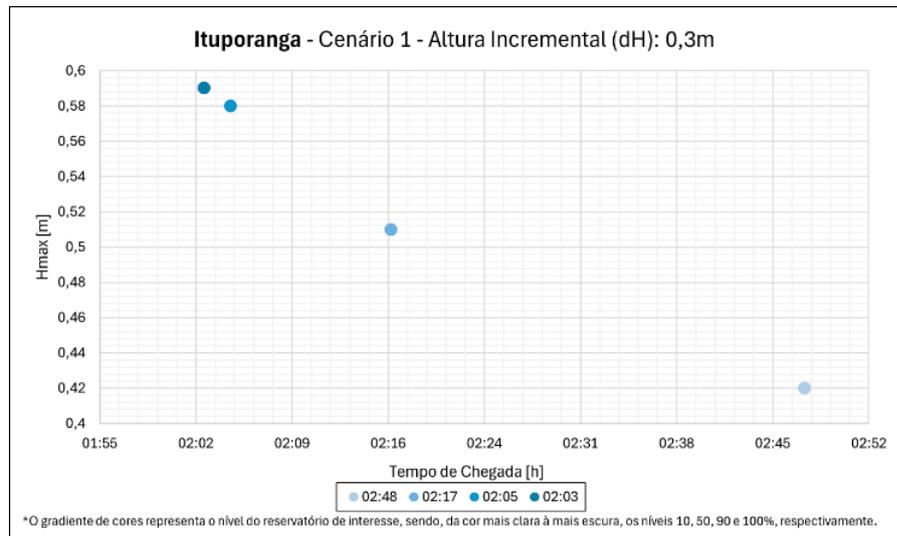


Figura 24. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 1 – Ituporanga.

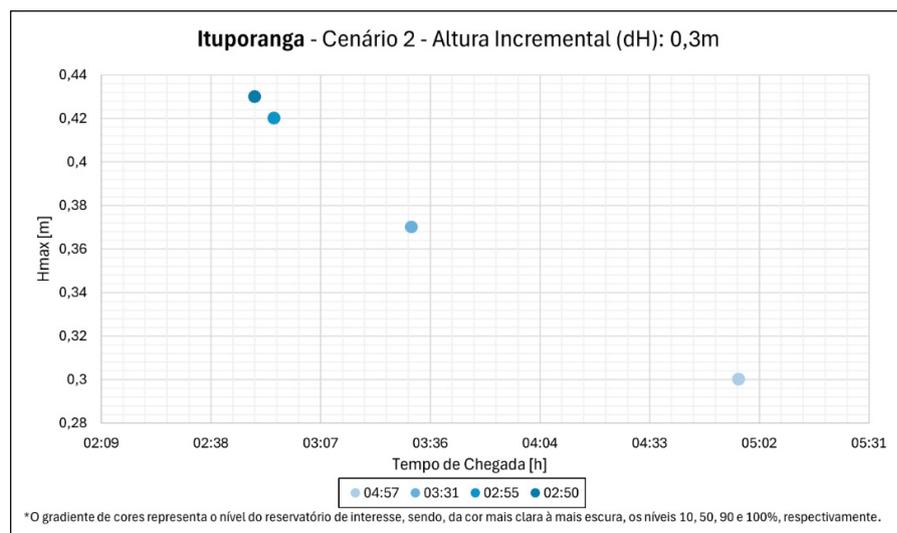


Figura 25. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 2 – Ituporanga.

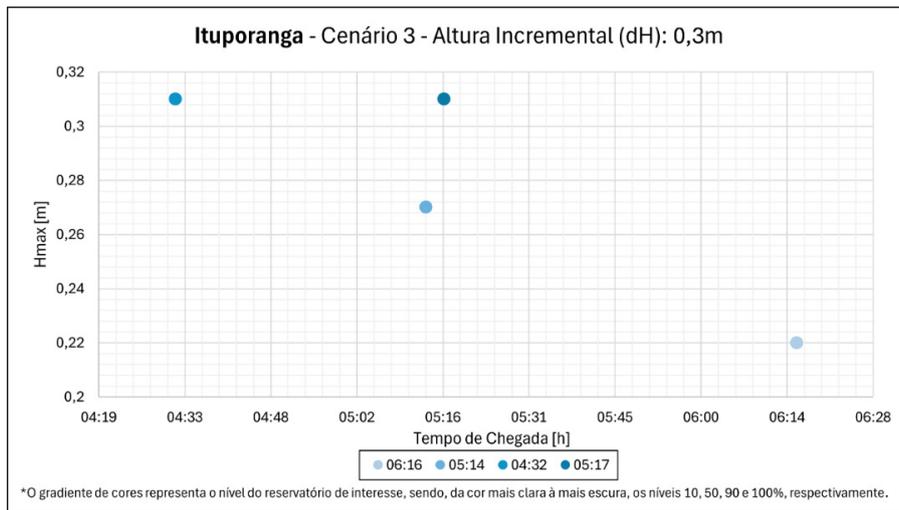


Figura 26. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 3 – Ituporanga.

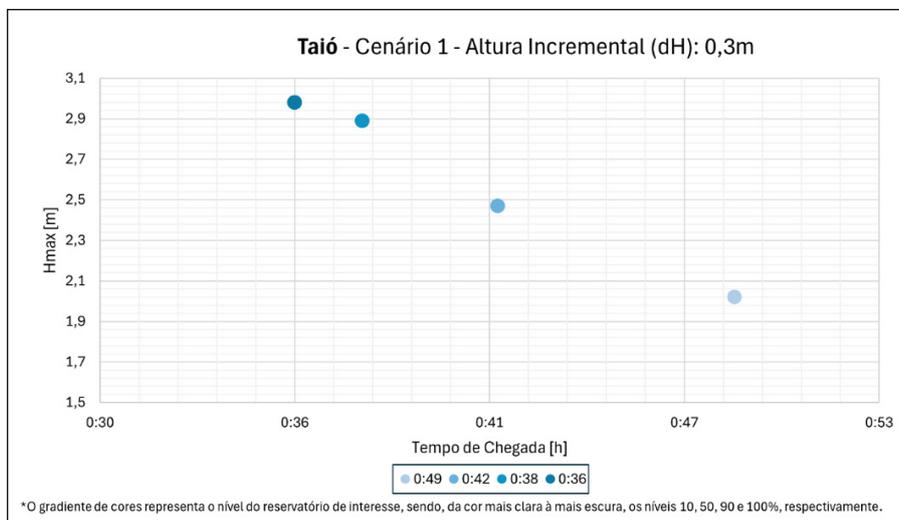


Figura 27. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 1 – Taió.

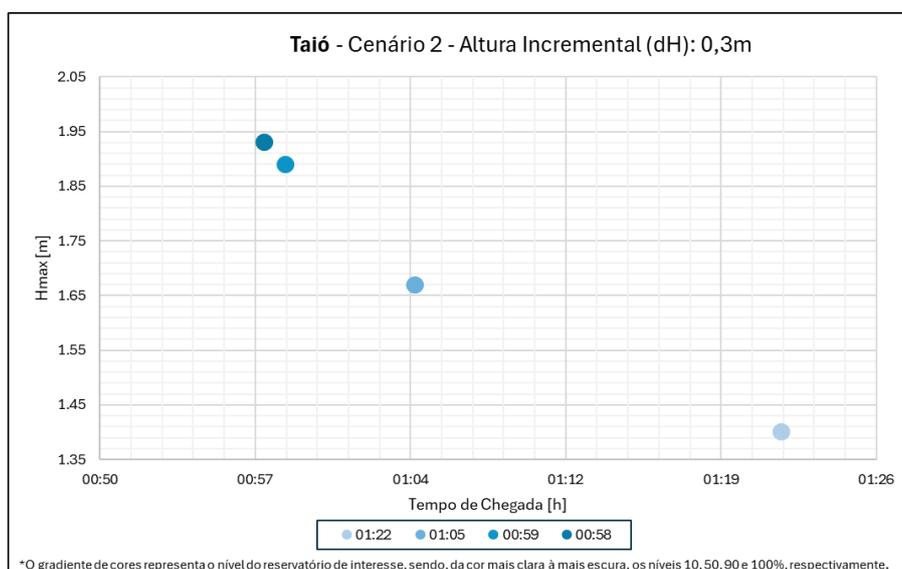


Figura 28. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 2 – Taió.

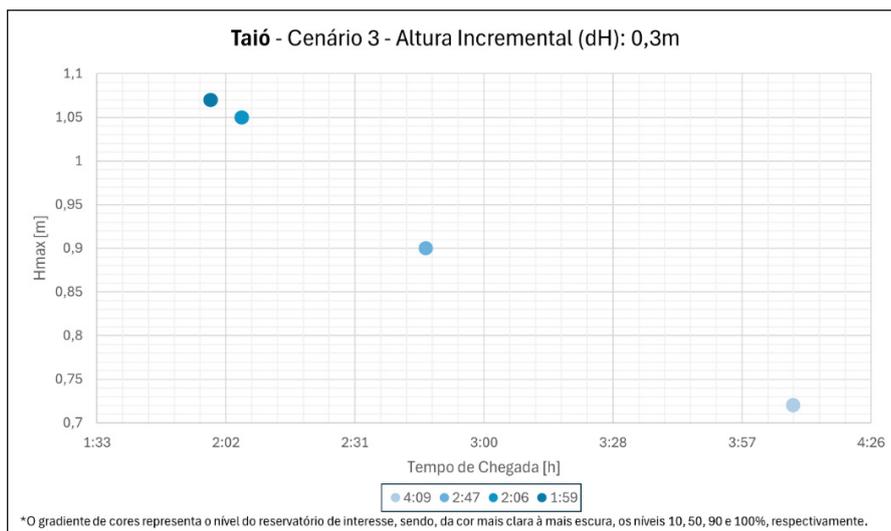


Figura 29. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 3 – Taió.

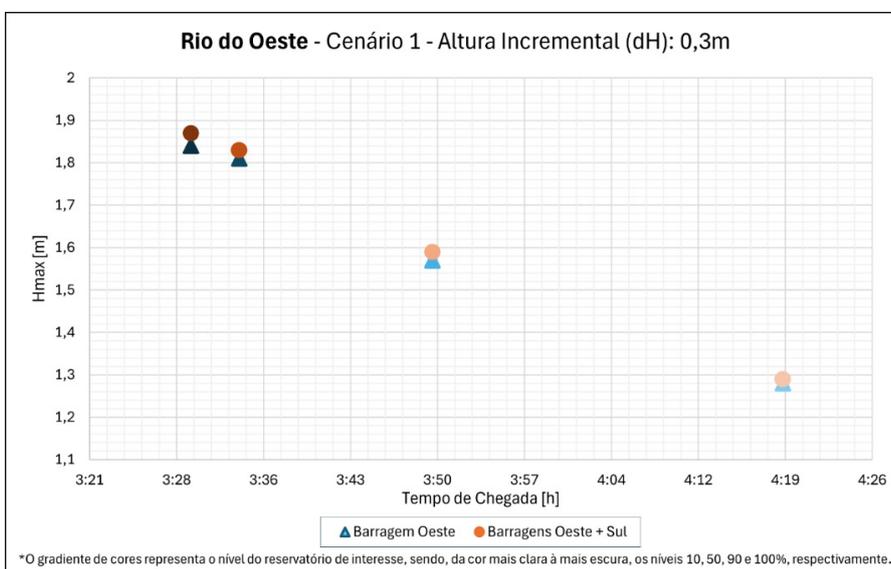


Figura 30. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 1 – Rio do Oeste.

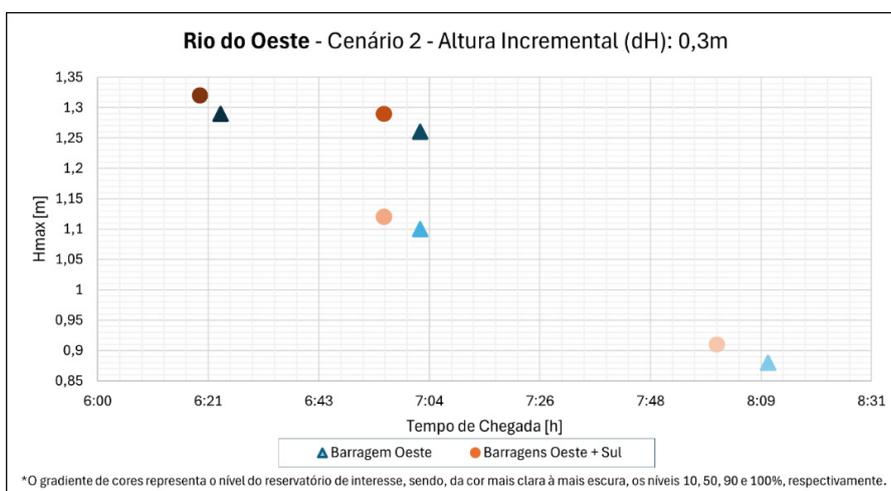


Figura 31. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 2 – Rio do Oeste.

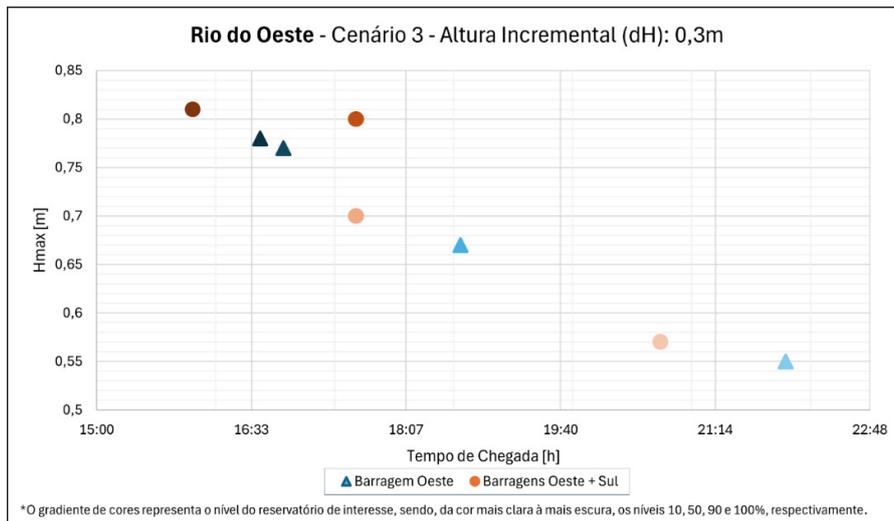


Figura 32. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 3 – Rio do Oeste.

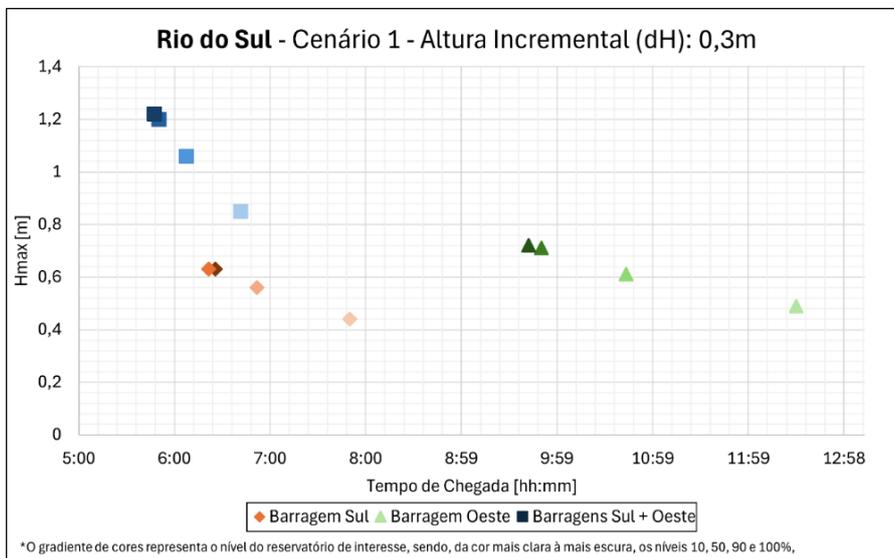


Figura 33. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 1 – Rio do Sul.

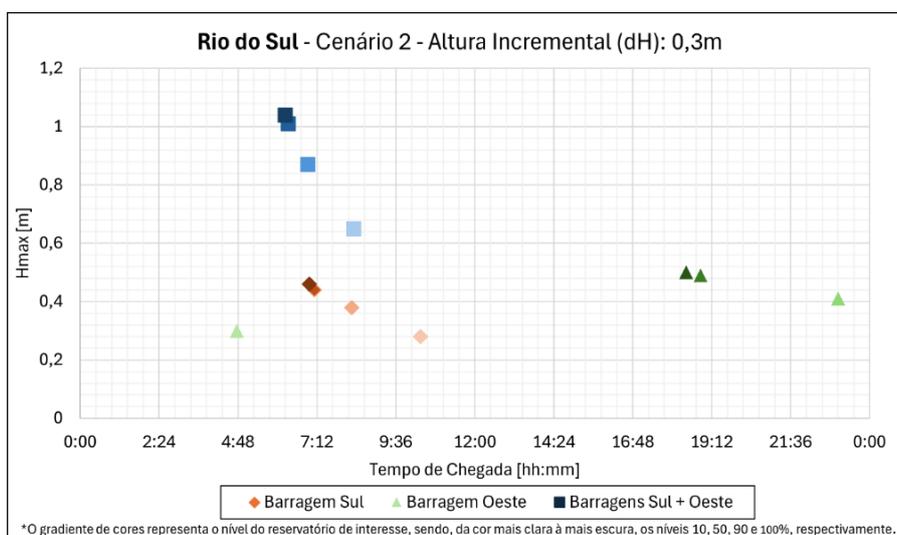


Figura 34. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 2 – Rio do Sul.

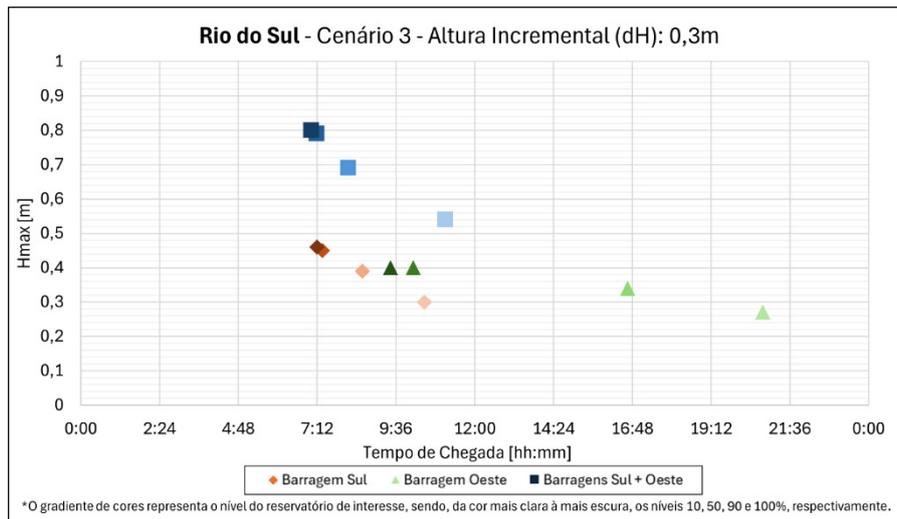


Figura 35. Análise do tempo de chegada e altura incremental para o cenário hidrológico 3 – Rio do Sul.

10. RESUMO DAS REGRAS DE OPERAÇÃO

Na Figura 36 está representado o fluxograma resumo da regra de operação das Barragem de Contenção de Cheias do Vale do Itajaí, considerando os processos, os documentos envolvidos e os momentos para declaração de Abertura ou Fechamento de Situação.

Através da etapa inicial “Monitoramento Hidrometeorológico”, é definida a situação de inundação nas seções de controle de restrição operativa. Caso se identifique situação de “Atenção” em Rio do Sul ou “Alerta” em Taió e/ou Ituporanga e as condições de chuva, tanto observada como prevista, são significativas, deverá ser declarado “Abertura de Situação” para operação da barragem. Nesse momento, a equipe responsável pela operação deve ser mobilizada e o “Formulário de Operação”³⁵ preparado.

Em seguida, iniciam-se as manobras nas comportas, como descritas nos itens “Operação das Comportas/Dispositivos de Descarga” para o procedimento “Manobras de Comporta para Enchimento” do reservatório. A partir de então, o “Balanço Hídrico” do reservatório deve ser acompanhado até o fim do evento hidrológico, para avaliar a situação de segurança da barragem. O sistema operacional RESOP³⁶ pode ser utilizada como apoio para acompanhamento do balanço hídrico. Os cálculos de “Balanço Hídrico” deverão estar presentes no “Formulário de Operação”.

Também com base no monitoramento hidrometeorológico, decide-se sobre o início das “Manobras de Comporta para Esvaziamento” do reservatório, conforme descritos nos itens de “Procedimento de Esvaziamento”, de acordo com as características do evento. Finalizado o evento hidrológico, é necessário realizar a “Inspeção da Barragem” com o preenchimento do “Checklist de Inspeção”³⁷, que também deverá constar no “Formulário de Operação”. A “Declaração de Fechamento de Situação” se dá apenas com a entrega do “Formulário de Operação” assinado pelos responsáveis.

Todas as informações e registros da operação devem ser organizados e arquivados para consultas futuras.

35 602-FM-EHR-OP

36 [SIG²A Fractal \(fractaleng.com.br\)](http://SIG²A Fractal (fractaleng.com.br))

37 361-CL-EHR-OP-002-REV_A

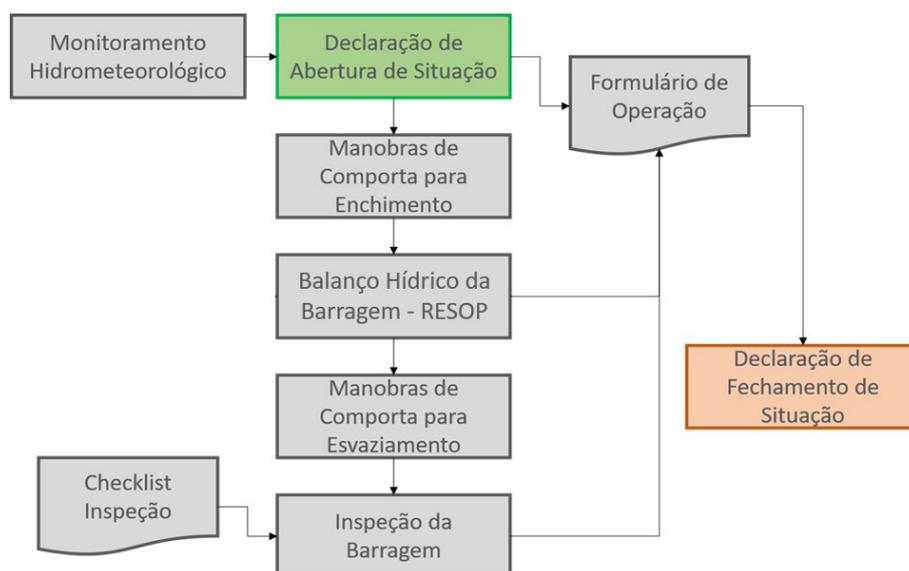


Figura 36. Resumo da regra de operação.

Para melhor acompanhamento durante a operação dos reservatórios, um documento resumo³⁸ com os fluxogramas de decisão e a dinâmica de abertura e fechamento das comportas acompanha este manual.

11. FLUXO DE COMUNICAÇÃO

O meio de comunicação usual utilizado pela SDC é por mensagens instantâneas em aparelhos celulares ou via web (aplicativo “WhatsApp”). Atualmente existe um grupo de mensagem “Operação Barragem”, conforme Figura 37.

Neste grupo, estão inclusos todos os envolvidos relacionados às operações das barragens, sendo eles: Secretário da Defesa Civil, Diretor de Gestão de Desastres, Diretor de Gestão de Riscos e Adaptação Climática, Diretor de Obras e Projetos Especiais, Gerente de Monitoramento e Alerta, Gerente de Manutenção e Operação de Equipamentos Especiais, Gerente de Operações, Operadores das Barragens, Hidrólogos, Coordenadores Regionais de Defesa Civil e Consultores. A responsabilidade e atribuições de cada integrante está descrita no documento anexo – 602-MOPH-CC-SDC-002-3.

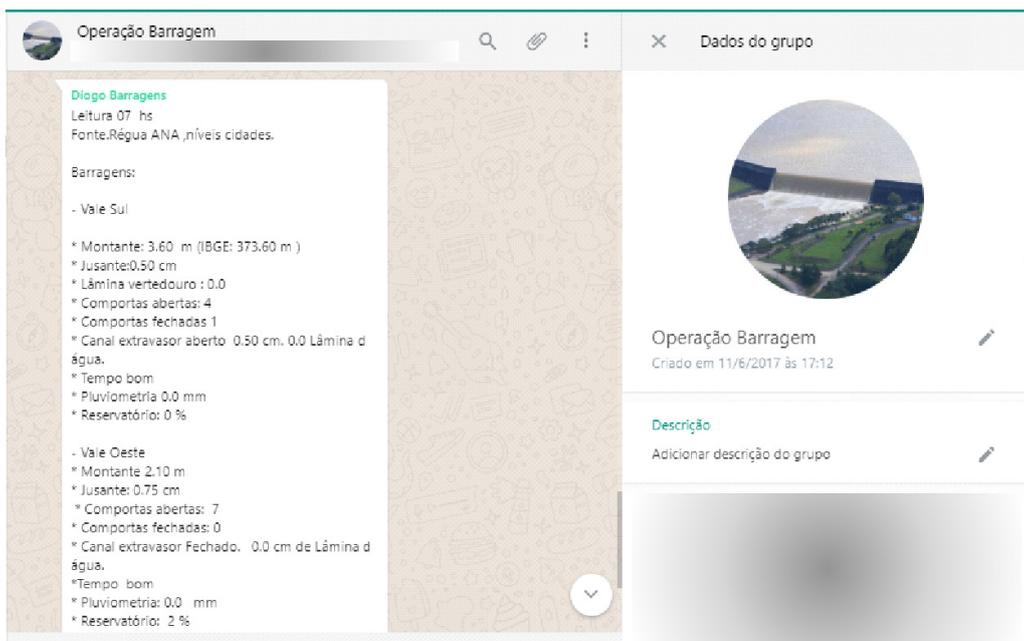


Figura 37. Ilustração do aplicativo de mensagens instantâneas do grupo “Operação Barragem” da SDC.

As vantagens nesse tipo de comunicação são: rapidez no envio e recebimento de informações (desde que as pessoas estejam conectadas), uma única mensagem pode ser transmitida ao mesmo tempo a todos os membros do grupo. Entre as desvantagens são a dependência de acesso à internet e energia elétrica, organização e arquivamento de assuntos tratados, formalização (documento em papel timbrando com assinatura).

Continuamente o monitoramento hidrometeorológico da bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu se dá na Coordenação de Monitoramento e Alerta, onde é transmitida a situação de risco hidrológico às demais diretorias e gerências, principalmente por grupos de mensagens instantâneas.

Já o monitoramento hidráulico das barragens (níveis d'água de montante e jusante, número de comportas abertas e fechadas) é realizado pelo Operador (in loco) e repassadas ao grupo de mensagens instantâneas “Operação Barragem” e registrado no sistema RESOP, que calcula automaticamente o balanço hídrico das estruturas. As informações de nível nas barragens e número de comportas das descargas de fundo abertas e/ou fechadas são utilizadas para realizar o balanço hídrico dos reservatórios (cálculos das vazões afluentes e defluentes) e determinação do nível de segurança do reservatório (normal, observação, atenção ou emergência), que é transmitido às diretorias e gerências também no grupo de mensagens instantâneas “Operação Barragem”.

Nas situações em que o meio de comunicação utilizado seja o de mensagens instantâneas (grupo “Operação Barragens”), recomenda-se que na determinação de nível de segurança “Atenção” na seção de controle pelo Gerente de Monitoramento e Alerta, será declarado como ciência quando o aplicativo marcar como lida a mensagem enviada aos participantes do grupo, e logo após se conduza a operação de fechamento das comportas (enchimento do reservatório). Da mesma forma, quando forem constatadas as condições para o esvaziamento por parte da Gerência de Monitoramento e Alerta. O objetivo dessa recomendação é a objetividade na execução das ações necessárias de contenção de cheias. Vale ressaltar que a formalização de toda operação será registrada no Formulário de Operação.

Em caso de falha no contato com o operador via grupo “Operação Barragens”, o contato deverá ser feito diretamente com o Operador da Barragem via ligação. Deve-se garantir a comunicação do Secretário da Proteção e Defesa Civil sobre o início da operação, partindo tal comunicado da Gerência de Monitoramento e Alerta para a Diretoria de Gestão de Desastres, que é responsável

por se comunicar diretamente com o Secretário.

12. INSPEÇÃO DAS BARRAGENS PÓS-EVENTO

Com o fim do evento hidrológico e finalizado o esvaziamento dos reservatórios, após a estabilização das condições meteorológicas, a Inspeção nas Barragens deverá ser realizada. O planejamento da Inspeção é de responsabilidade da Gerência de Manutenção e Operação de Equipamentos Especiais conforme descrito no documento anexo – 602-MOPH-CC-SDC-001-A.

Na inspeção, um técnico especializado deverá ir presencialmente na barragem e percorrer as devidas estruturas buscando identificar e registrar, com fotos e anotações, quaisquer problemas consequentes do respectivo evento de cheia. Um modelo de Checklist³⁹ foi disponibilizado para ser utilizado como base da Inspeção. Finalizado procedimento, o Checklist e as informações coletadas deverão fazer parte do Formulário de Operação⁴⁰.

13. ROTINAS PARA DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA

Neste item estão formulados e detalhados os procedimentos de rotina para a leitura e o registro de níveis, aberturas/fechamento de comportas e cálculos de afluência e defluências dos reservatórios de contenção de cheias do Vale do Itajaí e nas seções de controle (Rio do Sul, Ituporanga, Taió, Rio do Oeste e Blumenau) necessários à determinação dos seus níveis de segurança e balanço hídrico.

Cabe a cada um dos envolvidos na operação, na área de sua competência, adequar a equipe:

Designando profissionais com atribuições e responsabilidades inerentes a todas as ações previstas nesta rotina, com identificação de seus substitutos em caso de ausências ou impedimentos de qualquer natureza;

Definindo os encaminhamentos internos dos documentos e o fluxo das informações, de forma que as ações possam ser executadas prontamente e na periodicidade fixada nesta rotina;

Estabelecendo os locais para arquivamento dos documentos, bem como os procedimentos para sua consulta e devolução.

39 361-CL-EHR-OP-002

40 602-FM-EHR-OP

ANEXO A – CONFIGURAÇÕES PARA O CASO DE UMA COMPORTA INDISPONÍVEL NA BARRAGEM SUL – ITUPORANGA

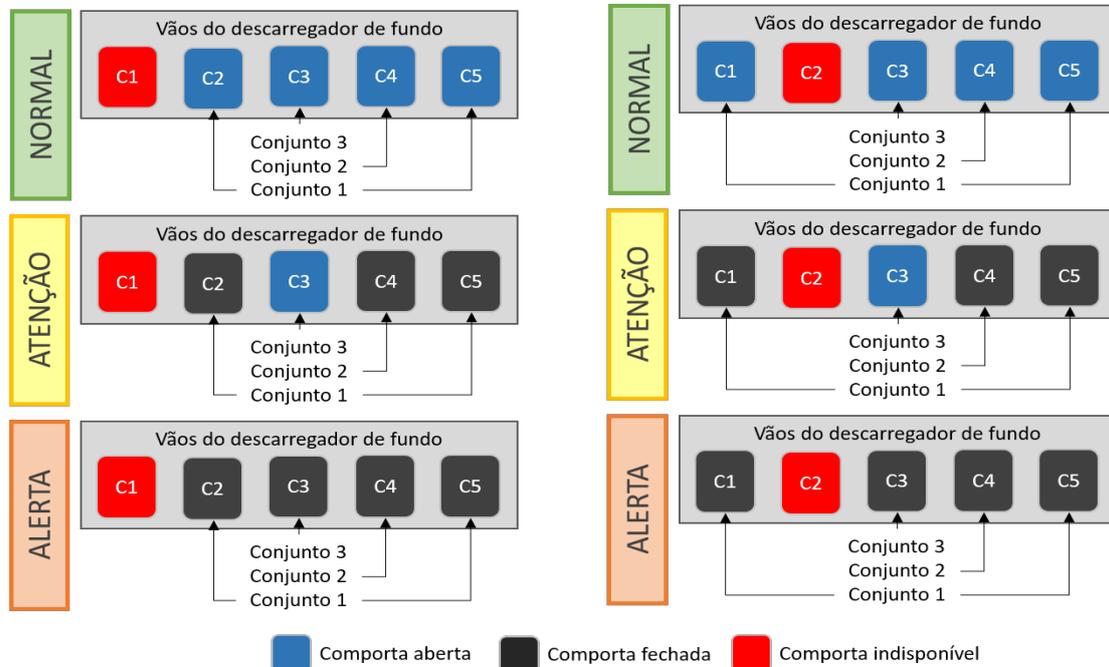


Figura 38. Dinâmica de fechamento das comportas da barragem Sul em caso de indisponibilidade das comportas C1 ou C2.

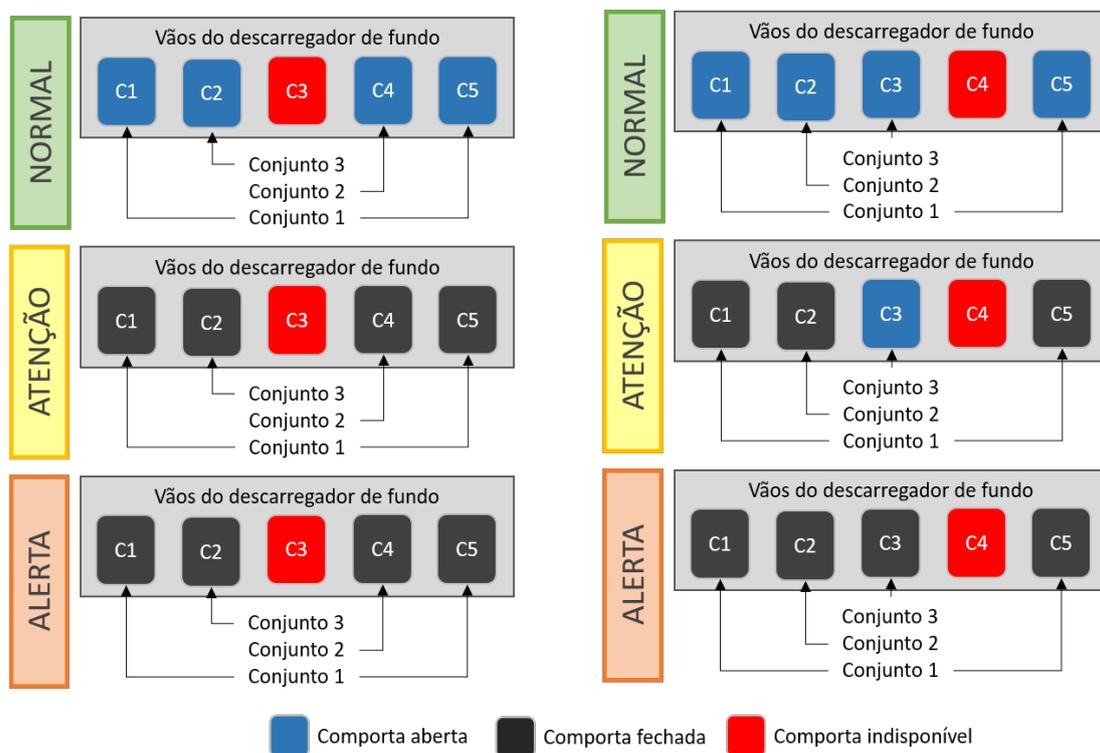


Figura 39. Dinâmica de fechamento das comportas da barragem Sul em caso de indisponibilidade das comportas C3 ou C4.

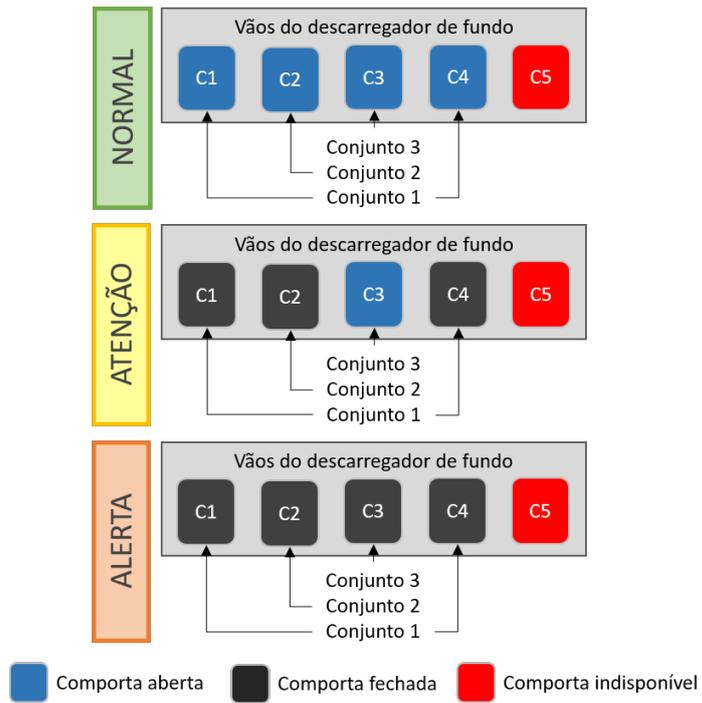


Figura 40. Dinâmica de fechamento das comportas da barragem Sul em caso de indisponibilidade da comporta C5.

ANEXO B – CONFIGURAÇÕES PARA O CASO DE UMA COMPORTA INDISPONÍVEL NA BARRAGEM OESTE - TAIÓ

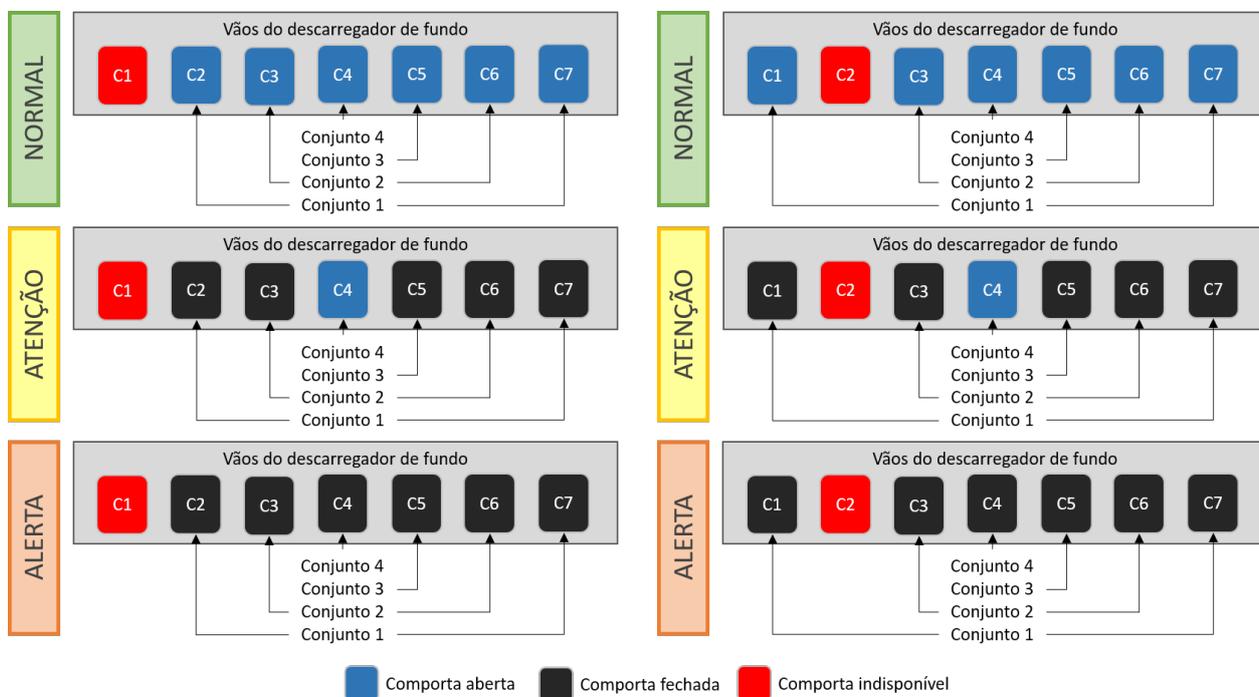


Figura 41. Dinâmica de fechamento das comportas da barragem Oeste em caso de indisponibilidade das comportas C1 ou C2.

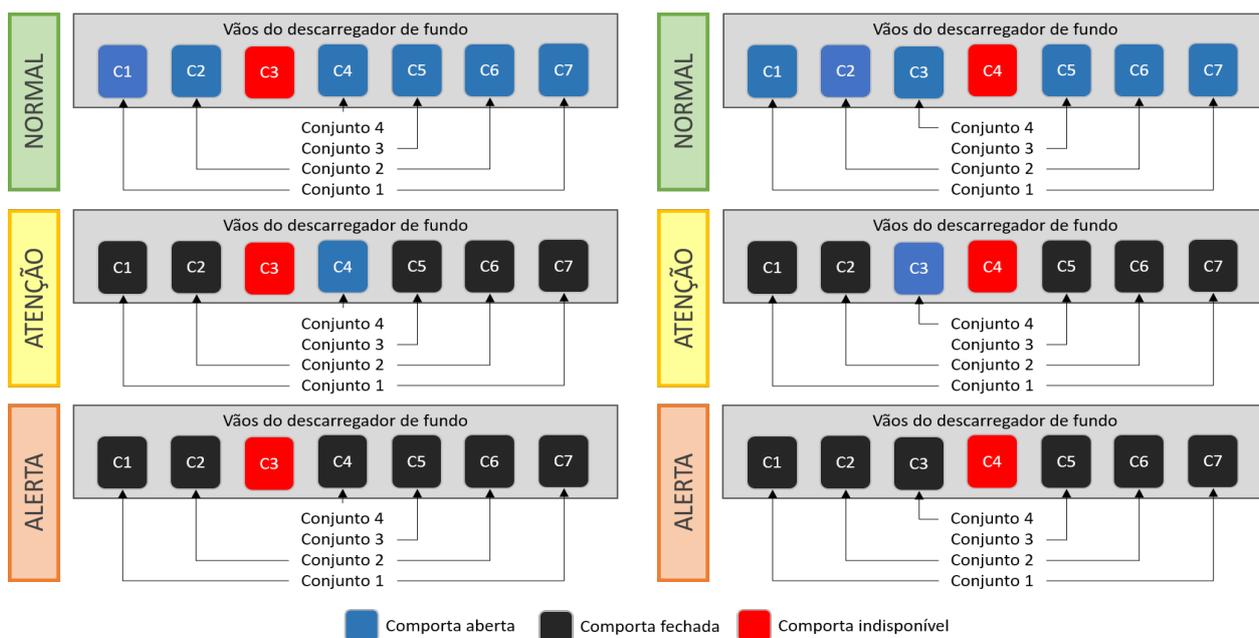


Figura 42. Dinâmica de fechamento das comportas da barragem Oeste em caso de indisponibilidade das comportas C3 ou C4.

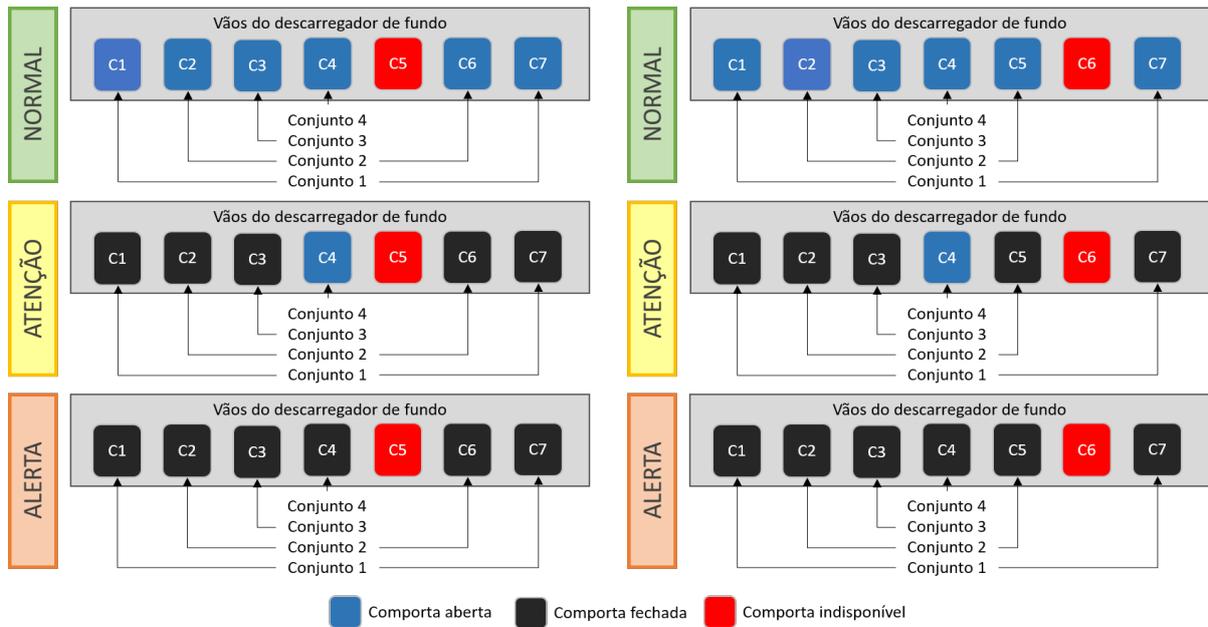


Figura 43. Dinâmica de fechamento das comportas da barragem Oeste em caso de indisponibilidade das comportas C5 ou C6.

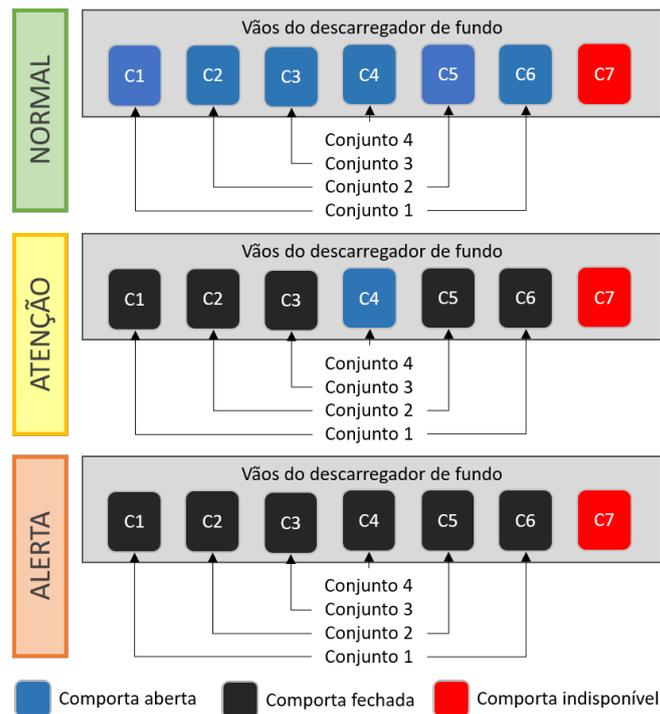


Figura 44. Dinâmica de fechamento das comportas da barragem Oeste em caso de indisponibilidade da comporta C7.



