



**ESTADO DE SANTA CATARINA**

**MUNICÍPIO DE ITÁ**

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000

(49) 3458-9500 | [meioambiente@ita.sc.gov.br](mailto:meioambiente@ita.sc.gov.br) | <https://ita.atende.net>

---

**OSCILAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA ITÁ E CRITÉRIOS TÉCNICOS  
PARA DIMENSIONAMENTO E OPERAÇÃO DO PÍER FLUTUANTE NO ÂMBITO DO PROJETO  
PORTO ITÁ VILSON BELINI**

Nota Técnica – Versão 03

**Data:** 24/12/2025

**Elaboração:** \_\_\_\_\_

Lindomar Pritsch  
Gestor de Desenvolvimento Econômico

**Revisão:** \_\_\_\_\_

**Secretaria/Setor:** Secretaria Municipal de Gestão Administrativa e Desenvolvimento Econômico/Gestão de Desenvolvimento Econômico



ESTADO DE SANTA CATARINA

MUNICÍPIO DE ITÁ

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000

(49) 3458-9500 | [meioambiente@ita.sc.gov.br](mailto:meioambiente@ita.sc.gov.br) | <https://ita.atende.net>

---

## RESUMO

Este estudo sistematiza e interpreta a oscilação diária do nível do reservatório da Usina Hidrelétrica Itá (UHIT) com foco em subsidiar a licitação integrada (anteprojeto, projeto e execução) do píer flutuante vinculado ao Projeto Porto Itá Vilson Belini. As análises partem de série histórica de cotas diárias fornecida pelo operador do empreendimento ao Município. Define-se o deplecionamento do reservatório como a diferença entre a cota máxima operacional (370 m) e a cota diária observada, expresso em metros, permitindo quantificar a condição de operação do píer ao longo do tempo. Realizou-se auditoria de integridade das datas e consistência dos valores e, com base no período completo e estabilizado de 2002 a 2024, estimou-se a operabilidade do píer sob diferentes limites de deplecionamento operacional (L, em metros), com ênfase nos meses de maior uso turístico (novembro a fevereiro). Conclui-se que a série é temporalmente consistente nos anos completos e adequada para inferências no período 2002–2024; e que a adoção de um limite operacional  $L = 4,5$  m configura compromisso técnico-econômico com elevada disponibilidade em Nov–Fev, orientando requisitos de desempenho para licitação e regras objetivas de operação. Valores maiores (por exemplo,  $L = 5,0$  m) ampliam a disponibilidade, porém tendem a elevar custo e complexidade do sistema de acesso. Recomenda-se associar o critério de L a protocolos operacionais (fechamento/reabertura, comunicação e manutenção), uma vez que a inoperabilidade se concentra em poucos eventos mais longos.

**Palavras-chave:** reservatório; oscilação de nível; deplecionamento; píer flutuante; acessibilidade; licitação integrada; operação.



## Sumário

1	Introdução .....	4
2	Problema, hipóteses e objetivos .....	6
2.1	Problema de pesquisa.....	6
2.2	Hipóteses de trabalho.....	6
2.3	Objetivo geral.....	6
2.4	Objetivos específicos .....	6
3	Materiais e métodos.....	7
3.1	Origem e recorte da base de dados.....	7
3.2	Auditoria de integridade temporal .....	7
3.3	Definições e variáveis do estudo .....	7
3.4	Critério para determinar L (evitar arbitrariedade) .....	7
3.5	Sazonalidade e foco Nov–Fev .....	8
4	Resultados e discussão .....	9
4.1	Integridade temporal e consistência das cotas .....	9
4.2	Distribuição do deplecionamento .....	9
4.3	Sazonalidade mensal (boxplot) e implicação para operação turística .....	10
4.3.1	Valores negativos de D ( $D < 0$ ): sobrenível acima da cota 370 m (maximorum) e implicações para o píer .....	11
4.4	Operabilidade sob diferentes limites L (anual e Nov–Fev).....	12
4.5	Operabilidade por mês (Nov, Dez, Jan, Fev) e efeito sobre a temporada.....	12
4.6	Períodos mais longos de deplecionamento significativo (eventos críticos).....	13
4.7	Síntese dos achados aplicável à contratação (licitação) e à operação .....	13
5	Recomendações para anteprojeto, licitação e operação.....	14
5.1	Requisitos de desempenho para licitação integrada.....	14
5.2	Recomendação de limite operacional (L) e justificativa técnico-econômica .....	14
5.3	Protocolo operacional recomendado .....	14
5.4	Enquadramento PACUERA e compatibilizações institucionais.....	15
6	Conclusões.....	16
7	Referências.....	17
8	Apêndices .....	18
8.1	Apêndice A – Dias com cota acima de 370 m .....	18
8.2	Apêndice B – Eventos com $ \Delta cota  > 1,0$ m.....	18



## **1 Introdução**

A implantação de estruturas flutuantes em reservatórios artificiais apresenta particularidades técnicas distintas de ambientes costeiros e de rios livres. Em reservatórios hidroelétricos, o nível d'água resulta da combinação de fatores hidrológicos (afluências, estiagens e regime de chuvas), meteorológicos (padrões sazonais) e, de forma relevante, de regras operativas do setor elétrico. Nesse contexto, a oscilação do nível do reservatório não deve ser tratada como “exceção”, mas como característica intrínseca do meio físico-operativo que condiciona diretamente a concepção, o desempenho e a segurança de estruturas como píeres flutuantes e seus sistemas de acesso.

A Usina Hidrelétrica Itá (UHIT) situa-se no rio Uruguai e conforma um reservatório que influencia a dinâmica territorial, turística e econômica do Município de Itá e de outros municípios lindeiros. Em operação desde o ano 2000, a UHIT integra um sistema de geração e operação hidráulica no qual variações de nível são esperadas e, por vezes, concentradas em eventos prolongados. Para a engenharia de um píer, isso se traduz em consequências objetivas: quanto maior a faixa de operação pretendida (isto é, quanto maior o deplecionamento admissível), maior tende a ser a extensão e a complexidade do acesso, com efeitos diretos sobre custo de implantação, durabilidade, manutenção e, principalmente, sobre a disponibilidade operacional do equipamento ao longo do ano.

No Município de Itá, o píer flutuante não é um empreendimento isolado. Ele se insere no escopo do Projeto Porto Itá, já em implantação, e deve integrar-se funcional e fisicamente ao conjunto de estruturas e fluxos previstos para o complexo. Além disso, o Projeto Porto Itá possui licenciamento ambiental vigente, com Licença Ambiental Prévia (LAP) nº 7534/2021 e Licença Ambiental de Instalação (LAI) nº 7533/2021, vinculadas ao processo SAN/15936/CAU junto ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). Essa condição impõe a necessidade de compatibilizar o dimensionamento e a operação do píer com o empreendimento maior e com as condicionantes já estabelecidas, reduzindo risco de retrabalho de projeto, inconsistências documentais e vulnerabilidades jurídicas e ambientais na fase de contratação e execução.

Sob o ponto de vista de ordenamento e conformidade, intervenções em reservatórios artificiais e em seu entorno demandam alinhamento com o arcabouço normativo aplicável e com os instrumentos de gestão e planejamento territorial-ambiental. Em termos hierárquicos, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) estabelece diretrizes relacionadas à proteção da vegetação nativa e à disciplina de áreas no entorno de reservatórios artificiais, sendo referência legal superior e mais recente. Complementarmente, a Resolução CONAMA nº 302/2002 define parâmetros, limites e conceitos para Áreas de Preservação Permanente associadas a reservatórios artificiais e seu regime de uso no entorno. No caso da UHIT, essas diretrizes são operacionalizadas por instrumentos como o PACUERA, que orienta e ordena usos no reservatório e em suas margens. Assim, a concepção do píer e seu sistema de acesso devem ser pensados desde o início em coerência com esse ordenamento, evitando que decisões de engenharia sejam tomadas dissociadas do contexto de gestão do lago.

Outro eixo essencial, por se tratar de obra pública e estrutura de uso coletivo, é a acessibilidade. O sistema de acesso ao píer (rampas, patamares, corrimãos/guarda-corpos, pisos e transições) deve atender aos princípios de segurança e uso universal, com destaque para a ABNT NBR 9050, que orienta critérios para acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Na prática, acessibilidade não é elemento “acessório” do projeto: ela condiciona geometria, inclinações admissíveis, necessidade de patamares e detalhes construtivos, e torna-se ainda mais crítica quando há variação de nível significativa — exatamente o cenário de um reservatório hidroelétrico.

Diante desse conjunto de condicionantes (oscilação de nível, integração ao Porto Itá licenciado, ordenamento via PACUERA e exigências de acessibilidade), este trabalho foi estruturado para cumprir



**ESTADO DE SANTA CATARINA**

**MUNICÍPIO DE ITÁ**

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000

(49) 3458-9500 | [meioambiente@ita.sc.gov.br](mailto:meioambiente@ita.sc.gov.br) | <https://ita.atende.net>

---

uma finalidade aplicada: transformar uma série histórica de níveis do reservatório em critérios técnicos objetivos capazes de subsidiar a licitação integrada (anteprojeto, projeto e execução) e orientar a operação futura do píer. O estudo adota como variável central o deplecionamento do reservatório em relação à cota máxima operacional (370 m) e avalia diferentes limites de operação do píer, de modo a explicitar o compromisso técnico-econômico entre ampliar a faixa operacional (reduzindo inoperabilidade) e controlar custo e complexidade do acesso. Ao final, pretende-se disponibilizar uma base transparente e verificável para decisão pública: requisitos de desempenho para contratação, critérios claros de fechamento/reabertura e recomendações operacionais coerentes com o histórico do reservatório e com o contexto institucional do empreendimento.



## **2 Problema, hipóteses e objetivos**

### **2.1 Problema de pesquisa**

Avaliar a viabilidade técnica e econômica de construir e operar um píer flutuante sob condições reais de oscilação do nível do reservatório da UHIT, garantindo acessibilidade e segurança e minimizando a inoperabilidade, sem impor custos construtivos e de manutenção desproporcionais decorrentes de soluções de acesso excessivamente longas/complexas.

### **2.2 Hipóteses de trabalho**

Definição prévia: denomina-se limite operacional de deplecionamento (L) o valor, em metros, de deplecionamento máximo para o qual o píer deve permanecer operável com segurança e acessibilidade (definição formal em 3.3).

- H1: é possível atingir alta disponibilidade com um limite operacional L inferior ao máximo deplecionamento do reservatório, reduzindo custo e complexidade do acesso.
- H2: a inoperabilidade do píer tende a concentrar-se em poucos eventos longos (sequências de dias) e não em muitos eventos curtos dispersos.
- H3: nos meses de maior uso (Nov–Fev), existe um intervalo de L que mantém baixa inoperabilidade, configurando bom compromisso entre disponibilidade e viabilidade econômica.

### **2.3 Objetivo geral**

Analisar a série histórica diária do nível do reservatório da UHIT para estabelecer critérios técnicos de dimensionamento e operação do píer flutuante e subsidiar a licitação integrada (anteprojeto, projeto e execução) do empreendimento, recomendando limites operacionais e requisitos de desempenho verificáveis.

### **2.4 Objetivos específicos**

- a) Auditar a integridade dos dados (sequência temporal, duplicidades, faltantes) e caracterizar a base efetiva de análise;
- b) Definir e calcular o deplecionamento (D), descrevendo sua distribuição e sazonalidade, com ênfase em Nov–Fev;
- c) Quantificar, para diferentes valores de limite operacional de deplecionamento (L), a operabilidade anual e sazonal e o padrão de eventos de fechamento (frequência e duração);
- d) Identificar os períodos mais longos de deplecionamento significativo e seu potencial de investigação causal (hidrologia/operação);
- e) Propor recomendações para anteprojeto, licitação e operação do píer, conectando resultados aos requisitos contratuais e a protocolos operacionais.



### 3 Materiais e métodos

#### 3.1 Origem e recorte da base de dados

A base é composta por registros diários de cota do reservatório fornecidos pela ENGIE/Consórcio Itá ao Município de Itá. As medições disponíveis iniciam em 19/06/2000 e, no conjunto atual, seguem até 25/10/2025 (ano parcial). Para fins de estimativas percentuais comparáveis e inferência probabilística, adota-se como base principal o período 2002–2024, por reunir anos completos e fase estabilizada de operação do reservatório. Os anos 2000 (parcial), 2001 (primeiro ano completo pós-início das medições) e 2025 (parcial) permanecem apresentados para transparência, auditoria e contextualização, porém são excluídos da base principal de probabilidade.

#### 3.2 Auditoria de integridade temporal

Para cada ano, verificou-se: (i) data inicial e final; (ii) número de registros; (iii) compatibilidade com calendário e anos bissextos; (iv) existência de datas duplicadas; (v) lacunas (faltantes). A auditoria é premissa de validade: se houver falhas de data, estimativas de percentual ficam distorcidas.

Complementarmente à checagem anual, realizou-se verificação diária automatizável para identificar inconsistências típicas de bases operacionais: (i) datas fora de ordem; (ii) repetição de datas; (iii) ausência de datas esperadas; (iv) incompatibilidades com anos bissextos; e (v) variações abruptas de nível em 24 h acima de limiar de controle ( $|\Delta cota| > 1,0$  m), registradas em apêndice específico para rastreabilidade. Em seguida, a série diária foi transformada em variáveis operacionais (D, L, dia inoperável e evento de fechamento), permitindo não apenas contar dias indisponíveis, mas também caracterizar duração e concentração de indisponibilidades em eventos contínuos — aspecto determinante para gestão turística e planejamento de manutenção.

#### 3.3 Definições e variáveis do estudo

- Cota diária (m): nível do reservatório observado no dia.
- Deplecionamento (D, em m): diferença entre a cota máxima operacional (370 m) e a cota diária, isto é,  $D = 370 - \text{cota diária (em metros)}$ .
- Limite operacional de deplecionamento (L, em m): deplecionamento máximo para o qual o píer deve permanecer operável com segurança e acessibilidade.
- Dia inoperável: dia em que  $D > L$
- Evento de fechamento: sequência de um ou mais dias consecutivos em que  $D > L$

Essas definições transformam uma série de cotas em linguagem operacional: operar/fechar, quantificando não apenas “quantos dias”, mas “em quais blocos” ocorre a inoperabilidade.

#### 3.4 Critério para determinar L (evitar arbitrariedade)

Em vez de adotar um L “fixo” por anteprojeto, aplica-se análise de sensibilidade: estima-se a operabilidade do píer para vários L candidatos. A decisão final de L deve resultar de compromisso técnico-econômico entre disponibilidade e custo/complexidade do acesso (incluindo requisitos de acessibilidade). Nesta versão, toma-se como referência de nível de serviço a busca de baixa inoperabilidade nos meses de maior uso (Nov–Fev), reconhecendo que ganhos marginais decrescem conforme L aumenta.



**ESTADO DE SANTA CATARINA**

**MUNICÍPIO DE ITÁ**

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000

(49) 3458-9500 | [meioambiente@ita.sc.gov.br](mailto:meioambiente@ita.sc.gov.br) | <https://ita.atende.net>

---

### **3.5 Sazonalidade e foco Nov–Fev**

Os resultados são reportados de duas formas: (i) anual (comportamento geral) e (ii) sazonal (Nov–Fev), porque é nesse intervalo que a indisponibilidade tem maior impacto social/econômico para o município.





**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**MUNICÍPIO DE ITÁ**

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000  
(49) 3458-9500 | meioambiente@ita.sc.gov.br | <https://ita.atende.net>

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Integridade temporal e consistência das cotas

A Tabela 1 consolida a auditoria de sequência de datas (2000–2025).

**Tabela 1** – Auditoria de integridade temporal por ano (2000–2025).

Ano	Registros	Início	Fim	Esperado	Faltantes	Duplicadas
2000	196	19/06/2000	31/12/2000	196	0	0
2001	365	01/01/2001	31/12/2001	365	0	0
2002	365	01/01/2002	31/12/2002	365	0	0
2003	365	01/01/2003	31/12/2003	365	0	0
2004	366	01/01/2004	31/12/2004	366	0	0
2005	365	01/01/2005	31/12/2005	365	0	0
2006	365	01/01/2006	31/12/2006	365	0	0
2007	365	01/01/2007	31/12/2007	365	0	0
2008	366	01/01/2008	31/12/2008	366	0	0
2009	365	01/01/2009	31/12/2009	365	0	0
2010	365	01/01/2010	31/12/2010	365	0	0
2011	365	01/01/2011	31/12/2011	365	0	0
2012	366	01/01/2012	31/12/2012	366	0	0
2013	365	01/01/2013	31/12/2013	365	0	0
2014	365	01/01/2014	31/12/2014	365	0	0
2015	365	01/01/2015	31/12/2015	365	0	0
2016	366	01/01/2016	31/12/2016	366	0	0
2017	365	01/01/2017	31/12/2017	365	0	0
2018	365	01/01/2018	31/12/2018	365	0	0
2019	365	01/01/2019	31/12/2019	365	0	0
2020	366	01/01/2020	31/12/2020	366	0	0
2021	365	01/01/2021	31/12/2021	365	0	0
2022	365	01/01/2022	31/12/2022	365	0	0
2023	365	01/01/2023	31/12/2023	365	0	0
2024	366	01/01/2024	31/12/2024	366	0	0
2025	299	01/01/2025	26/10/2025	299	0	0

Fonte: elaboração própria a partir de dados fornecidos por ENGIE/Consórcio Itá ao Município de Itá.

A auditoria confirma que, nos anos completos do período 2002–2024, não há duplicidades ou lacunas de datas, reforçando que variações detectadas na série representam comportamento do reservatório e não erro de planilha. Os anos 2000 e 2025 são parciais por definição do intervalo disponível e, por isso, não devem compor estimativas percentuais anuais. O ano de 2001, embora completo, é tratado separadamente por representar o primeiro ano completo pós-início das medições.

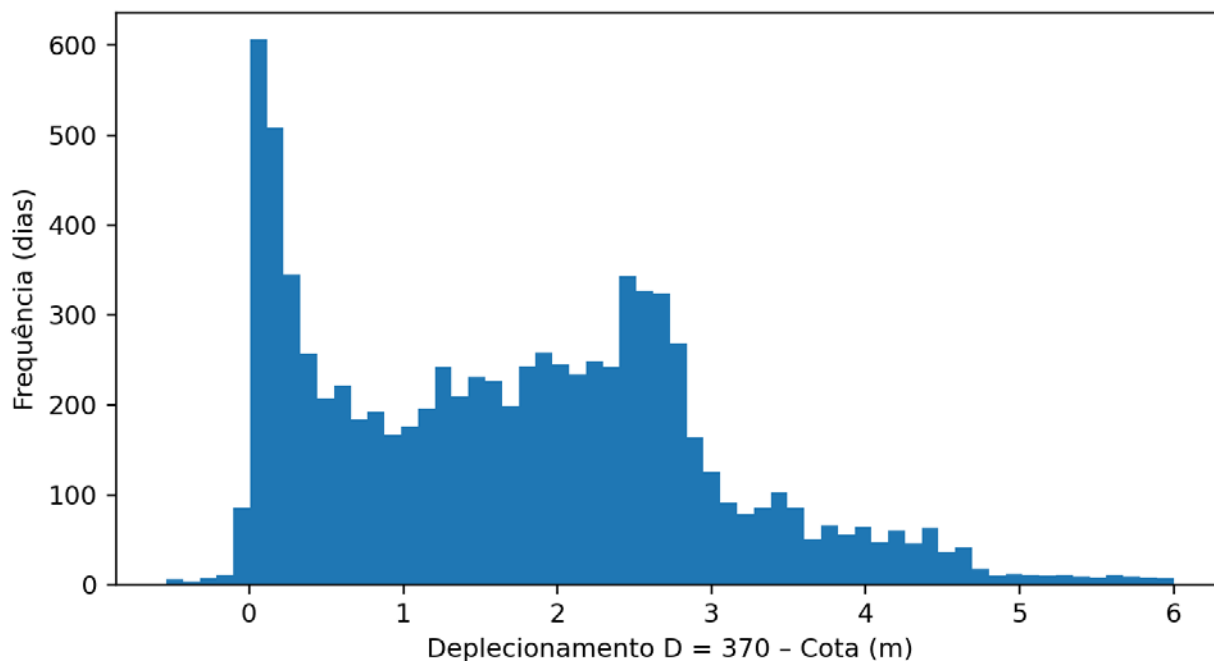
Checagens complementares (integridade de valores):

- Dias com cota acima de 370 m (Apêndice A) e
- Variações diárias absolutas superiores a 1,0 m (Apêndice B).

Tais ocorrências não invalidam a série, mas indicam pontos que merecem atenção em termos de operação do reservatório, arredondamentos ou condições hidrológicas intensas.

### 4.2 Distribuição do deplecionamento

A Figura 1 apresenta a distribuição do deplecionamento diário (D)



**Figura 1** – Histograma do deplecionamento diário (D) no período 2002–2024.

*Fonte: elaboração própria a partir de dados fornecidos por ENGIE/Consórcio Itá ao Município de Itá.*

O histograma mostra a frequência de dias para cada faixa de deplecionamento. A porção mais alta representa a condição mais comum (“normal”) do reservatório; a cauda representa eventos raros de deplecionamento severo. Em termos de projeto, a cauda é crítica, pois governará: (i) quantos dias o píer ficará indisponível para um dado L e (ii) quão exigente precisa ser a solução de acesso caso se deseje operar em deplecionamentos elevados.

Para fins de licitação integrada, a interpretação prática do histograma é: (a) a região de maior frequência representa o patamar de “operação típica” do acesso; (b) a cauda governa o “dimensionamento de extremos”, isto é, quanto custa aumentar L para capturar eventos raros; e (c) como ganhos de disponibilidade tendem a ser marginais para incrementos sucessivos de L, a decisão deve ser formulada como compromisso explícito entre custo incremental e ganho incremental de dias operáveis, sobretudo em Nov–Fev.

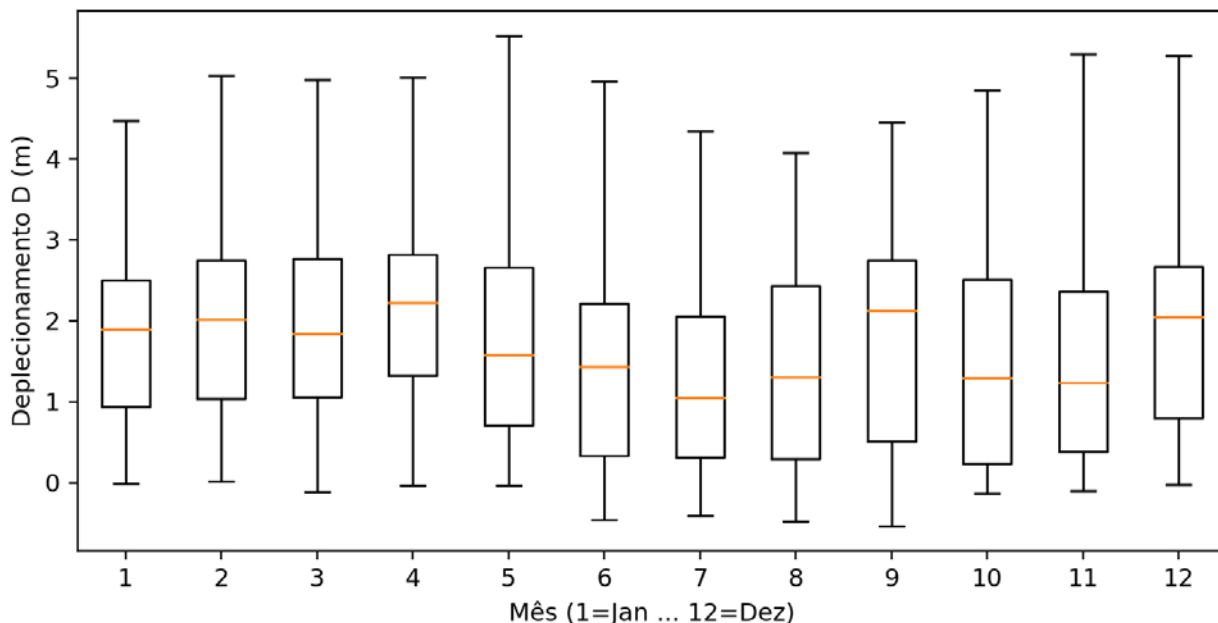
#### 4.3 Sazonalidade mensal (boxplot) e implicação para operação turística

Na sequência analisamos o comportamento do reservatório ao longo do ano por meio de um boxplot mensal do deplecionamento (Figura 2), o que permite visualizar, para cada mês, a variação típica (mediana e quartis) e a amplitude associada aos eventos mais extremos (representados pelos “whiskers”). Essa leitura é particularmente útil para o presente estudo, pois a definição de parâmetros de projeto e de operação do píer deve considerar não apenas a média anual, mas também a sazonalidade e, sobretudo, o período de maior uso turístico (Nov–Fev).



**ESTADO DE SANTA CATARINA  
MUNICÍPIO DE ITÁ**

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000  
(49) 3458-9500 | meioambiente@ita.sc.gov.br | <https://ita.atende.net>



**Figura 2** – Boxplot do deplecionamento (D) por mês (1=Jan ... 12=Dez), 2002–2024, sem outliers.

Fonte: elaboração própria a partir de dados fornecidos por ENGIE/Consórcio Itá ao Município de Itá.

O boxplot evidencia que o comportamento do reservatório não é uniforme ao longo do ano. Mesmo sem atribuir causalidade nesta etapa, a leitura operacional é direta: a decisão do limite operacional de deplecionamento (L) precisa ser confrontada com o período de maior uso (Nov–Fev), pois indisponibilidade nesses meses tem maior impacto social e econômico para o município, afetando previsibilidade de uso, planejamento turístico e percepção de qualidade do equipamento público.

#### 4.3.1 Valores negativos de D ( $D < 0$ ): sobrenível acima da cota 370 m (maximorum) e implicações para o píer

Neste estudo, o deplecionamento é definido como  $D = 370 - \text{cota diária}$  (em metros). Assim, quando o reservatório está na cota máxima operacional (370 m), tem-se  $D = 0$ ; quando a cota está abaixo de 370 m,  $D > 0$ ; e quando a cota ultrapassa 370 m,  $D < 0$ .

Entretanto, a série histórica apresenta dias em que a cota ultrapassou 370 m, resultando em D negativo, o que explica a ocorrência de valores abaixo de zero na Figura 2. Esses registros não representam erro do cálculo; representam episódios de sobrenível (nível acima da cota máxima normal), compatíveis com a existência de uma faixa excepcional de nível, frequentemente referida em instrumentos de ordenamento do reservatório (PACUERA) como cota máxima maximorum.

Do ponto de vista quantitativo, na base 2002–2024 a cota ficou acima de 370 m em 86 dias, o que corresponde a 1,02% do tempo (média aproximada de 3,7 dias/ano). Considerando apenas os dias acima de 370 m, o excedente típico foi baixo (mediana de 0,05 m e média de 0,12 m), porém há registro de excedente máximo de 0,54 m (cota máxima observada de 370,54 m). Observa-se ainda concentração sazonal do fenômeno no inverno/primavera, com maior frequência agregada em setembro. Ressalta-se, para transparência interpretativa, que parte relevante desses episódios se concentrou em 2002 (48 dias), incluindo os maiores excedentes; ao se considerar o recorte 2003–2024, a frequência reduz para 0,47% dos dias e o excedente máximo observado reduz-se para 0,11 m.



Embora o foco de operabilidade do píer esteja associado principalmente a níveis baixos (deplecionamento), os episódios de sobrenível devem ser explicitamente considerados no detalhamento executivo, pois podem introduzir riscos mecânicos e funcionais na interface entre elementos fixos e flutuantes. Recomenda-se prever, no sistema de guia (estacas/pilares) e nas ligações do flutuante: (i) folga vertical superior e altura útil compatíveis com a excursão máxima esperada; (ii) dispositivos de retenção/travas anti-desacoplamento (limitadores de elevação e de escape); e (iii) verificação de interferências com estruturas fixas e contornos (encunhamento/impacto) durante episódios de cota elevada. Dessa forma, o projeto se mantém robusto tanto na condição dominante (níveis abaixo de 370 m) quanto em níveis altos excepcionais, reduzindo risco de avaria, interrupção não programada e custos de manutenção.

A lista de dias com cota > 370 m que fundamenta esses indicadores consta no Apêndice A, permitindo auditoria e conferência direta por data.

#### 4.4 Operabilidade sob diferentes limites L (anual e Nov–Fev)

Para avaliar alta disponibilidade do píer com um limite operacional L inferior ao máximo deplecionamento foram analisados diferentes valores para esta variável e suas implicações, conforme explicitado na Tabela 2.

**Tabela 2** – Indicadores de operabilidade por limite de deplecionamento L (base 2002–2024).

L (m)	Operável anual (%)	Inop. anual (dias)	Operável Nov–Fev (%)	Inop. Nov–Fev (dias)	Eventos (D>L)	Duração média (dias)	Duração máx. (dias)
4	94,82	435	93,31	185	20	21,75	75
4,4	97,04	249	96,35	101	18	13,83	64
4,5	97,7	193	97,43	71	17	11,35	63
4,6	98,08	161	97,94	57	17	9,47	62
4,7	98,58	119	98,45	43	7	17	61
5	98,98	86	98,99	28	7	12,29	58

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que a operabilidade aumenta com L, mas com ganhos marginais decrescentes. Para o período de maior uso (Nov–Fev), os resultados consolidados 2002–2024 indicam, por exemplo:

- L = 4,4 m: operável Nov–Fev = 96,35% (inoperável 101 dias no agregado da base)
- L = 4,5 m: operável Nov–Fev = 97,43% (inoperável 71 dias)
- L = 4,6 m: operável Nov–Fev = 97,94% (inoperável 57 dias)
- L = 5,0 m: operável Nov–Fev = 98,99% (inoperável 28 dias)

A leitura aplicada é: L = 4,5 m tende a ser um valor “redondo” e comunicável, com desempenho elevado, enquanto L = 5,0 m se aproxima do ideal técnico de disponibilidade, porém com provável impacto relevante de custo no acesso (e, por consequência, na manutenção).

Além do percentual, o estudo evidencia que a indisponibilidade se organiza em eventos. Ex.: para L=4,5 m, há número limitado de eventos e uma duração máxima elevada (pico histórico), indicando que a gestão do risco depende também de protocolo e comunicação (não apenas do “tamanho” da obra).

#### 4.5 Operabilidade por mês (Nov, Dez, Jan, Fev) e efeito sobre a temporada

Para avaliar a operabilidade nos meses de maior uso (Nov–Fev), submeteu-se os intervalos de L



**ESTADO DE SANTA CATARINA  
MUNICÍPIO DE ITÁ**

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000  
(49) 3458-9500 | meioambiente@ita.sc.gov.br | <https://ita.atende.net>

já analisados para estes meses a uma estimativa de inoperabilidade. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** – Percentual de dias inoperáveis (%) em Nov–Dez–Jan–Fev para diferentes valores de L (base 2002–2024).

Mês/L	4,4	4,5	4,6	4,7	5
Nov	5,65	4,35	3,62	2,90	1,88
Dez	6,31	4,21	3,51	2,38	1,68
Jan	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Fev	2,31	1,69	1,08	0,92	0,46

Fonte: elaboração própria.

O impacto de L não é homogêneo dentro do quadrimestre de maior uso. Em geral, novembro e dezembro concentram maior sensibilidade; janeiro tende a ser o mês mais favorável; fevereiro é intermediário. Essa evidência é importante para operação: mesmo com alto percentual médio, episódios de indisponibilidade em novembro/dezembro podem afetar pré-temporada e planejamento de eventos. Assim, a decisão sobre L deve ser explicitamente conectada ao calendário turístico municipal.

#### 4.6 Períodos mais longos de deplecionamento significativo (eventos críticos)

A Tabela 4 lista os 10 períodos consecutivos mais longos em que  $D > 4,5$  m (condição de inoperabilidade para  $L=4,5$  m).

**Tabela 4** – Top 10 períodos consecutivos com  $D > 4,5$  m (base 2002–2024).

Início	Fim	Duração (dias)	Cota mínima (m)	Deplec. máximo (m)	Deplec. mediano (m)
11/04/2012	12/06/2012	63	364,00	6,00	5,55
22/02/2005	20/03/2005	27	364,97	5,03	4,77
13/11/2010	03/12/2010	21	364,59	5,41	5,02
17/10/2006	06/11/2006	21	365,08	4,92	4,67
08/12/2007	23/12/2007	16	364,26	5,74	5,12
25/11/2020	03/12/2020	9	365,30	4,70	4,64
10/03/2008	17/03/2008	8	365,31	4,69	4,58
02/10/2003	08/10/2003	7	365,28	4,72	4,64
24/12/2012	29/12/2012	6	365,39	4,61	4,58
10/04/2008	12/04/2008	3	365,33	4,67	4,58

Fonte: elaboração própria.

Esta lista de eventos mais longos revela que parte substancial da indisponibilidade anual pode ser explicada por poucos períodos prolongados. Isso reforça a hipótese H2 e fundamenta recomendações operacionais: fechamento com antecedência, sinalização, comunicação e inspeção reforçada na reabertura. Em versão futura, cruzar os eventos críticos identificados com dados hidrológicos oficiais (precipitação, vazões afluentes e séries de operação), visando distinguir componentes predominantemente hidrológicos daqueles associados a decisões operativas. Esse aprofundamento poderá melhorar a previsibilidade do impacto sobre a operação turística e permitir planejamento de mitigação (comunicação ao usuário, programação de eventos e manutenção), inclusive mediante consulta a informações públicas do Operador Nacional do Sistema (ONS) quando aplicável.

#### 4.7 Síntese dos achados aplicável à contratação (licitação) e à operação

- (i) A base 2002–2024 é adequada para probabilidades;



- (ii) L governa disponibilidade, com ganhos marginais decrescentes;
- (iii) indisponibilidade é concentrada em eventos longos;
- (iv) portanto, o TR e a licitação precisam exigir desempenho + protocolo operacional, e não apenas entrega física.

## **5 Recomendações para anteprojeto, licitação e operação**

### **5.1 Requisitos de desempenho para licitação integrada**

Recomenda-se que o Termo de Referência e o anteprojeto expressem requisitos verificáveis, por exemplo:

- Faixa operacional garantida até L (condição objetiva: operar quando  $D \leq L$ , fechar quando  $D > L$ );
- Atendimento a requisitos de acessibilidade (ABNT NBR 9050) e segurança do usuário;
- Entregáveis obrigatórios: memorial de cálculo, detalhamento do sistema de acesso, manual de operação e manutenção, plano de inspeção e protocolo de fechamento/reabertura;

### **5.2 Recomendação de limite operacional (L) e justificativa técnico-econômica**

- Requisito mínimo recomendado:  $L = 4,5$  m, por ser valor comunicável, tecnicamente defensável e com alta disponibilidade em Nov–Fev.
- Meta desejável:  $L = 4,6$  m, se o acréscimo de custo for aceitável frente ao ganho de disponibilidade.
- Referência ideal:  $L = 5,0$  m, reconhecendo possível inviabilidade econômica local; nesse caso, o documento deve explicitar que o limite adotado é compromisso técnico-econômico e que o risco residual será mitigado por protocolo operacional.

### **5.3 Protocolo operacional recomendado**

- Monitoramento diário do nível e cálculo de D;
- Registro formal e transparência do status do píer;
- Fechamento objetivo quando  $D > L$  e reabertura quando  $D \leq L$ , com responsáveis definidos;
- Sinalização e comunicação ao usuário;
- Inspeções reforçadas após eventos severos e após reabertura de fechamentos longos.



**ESTADO DE SANTA CATARINA  
MUNICÍPIO DE ITÁ**

Praça Dr. Aldo Ivo Stumpf, 100, Centro, Itá/SC – CEP 89760-000  
(49) 3458-9500 | [meioambiente@ita.sc.gov.br](mailto:meioambiente@ita.sc.gov.br) | <https://ita.atende.net>

---

#### **5.4 Enquadramento PACUERA e compatibilizações institucionais**

Registrar que o empreendimento deve observar o ordenamento do reservatório e de seu entorno conforme instrumentos aplicáveis, destacando a hierarquia normativa: exigências legais relacionadas a APP e reservatórios artificiais no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e parâmetros complementares na Resolução CONAMA nº 302/2002, operacionalizados via PACUERA e procedimentos institucionais do Consórcio Itá. Nesse enquadramento, o píer flutuante deve ser tratado como componente do Projeto Porto Itá, já licenciado (LAP/LAI) e em implementação, devendo seus requisitos de desempenho (faixa operacional L, acessibilidade e segurança) compatibilizar-se com: (i) o zoneamento e diretrizes de uso do reservatório; (ii) condicionantes das licenças do complexo; e (iii) rotinas de gestão do uso múltiplo (navegação, turismo, segurança). Essa abordagem reduz risco regulatório e aumenta a conformidade do anteprojeto, assegurando que a licitação integrada produza solução executiva aderente ao ordenamento do lago e às autorizações já emitidas.



## **6 Conclusões**

Conclui-se que a série histórica diária de cotas analisada é adequada para subsidiar decisões de engenharia e operação, pois, no recorte de anos completos utilizado para inferência (2002–2024), apresenta coerência temporal (sequência de datas sem duplicidades e sem lacunas) e permite caracterizar a oscilação do reservatório de modo objetivo. Conclui-se também que a definição de um limite operacional de deplecionamento (L) é o mecanismo técnico mais direto para converter comportamento histórico em requisito de projeto e regra operacional do píer.

Do ponto de vista de desempenho, conclui-se que estabelecer operação do píer até  $L = 4,5$  m abaixo da cota máxima operacional (370 m) proporciona elevada disponibilidade, incluindo o período de maior uso (Nov–Fev), configurando alternativa recomendável sob a ótica técnico-econômica. Conclui-se ainda que valores maiores (ex.:  $L = 5,0$  m) aumentam a disponibilidade, aproximando-se do ideal técnico, porém com provável incremento relevante de custo e complexidade do sistema de acesso e de manutenção, o que deve ser ponderado no anteprojeto e na modelagem da licitação integrada.

Por fim, conclui-se que, como a indisponibilidade tende a concentrar-se em eventos longos (e não apenas em dias isolados), é necessário que o empreendimento seja tratado como sistema: obra + requisitos de desempenho + protocolo operacional (fechamento/reabertura, comunicação e manutenção). Dessa forma, o estudo cumpre seu objetivo geral ao oferecer base para o anteprojeto e para a licitação integrada, e cumpre seus objetivos específicos ao auditar a integridade dos dados, descrever o comportamento do deplecionamento, quantificar operabilidade sob diferentes L, identificar períodos críticos e traduzir os achados em recomendações de contratação e operação.





## 7 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9050:2020: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938/1981, nº 9.393/1996 e nº 11.428/2006; revoga as Leis nº 4.771/1965 e nº 7.754/1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 24 dez. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 302**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 maio 2002. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-302-de-13-de-maio-de-2002/view>. Acesso em: 24 dez. 2025.

CONSÓRCIO ITÁ. **PACUERA – Uso do Entorno do Lago – UHE Itá**. Itá, s.d. Disponível em: <https://consorcioita.com.br/secoes/conteudo/pacuera---uso-do-lago11>. Acesso em: 24 dez. 2025.

CONSÓRCIO ITÁ. **Guia Técnico PACUERA UHE Itá**. Itá, s.d. Disponível em: <https://consorcioita.com.br/app/midia/conteudos/guia-tecnico-pacuera.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2025.

ENGIE BRASIL ENERGIA. **Usina Hidrelétrica Itá**. Florianópolis, s.d. Disponível em: <https://www.engie.com.br/usinas/usina-hidreletrica-ita/>. Acesso em: 24 dez. 2025.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA (IMA). **Licença Ambiental Prévia (LAP) nº 7534/2021 – Porto de Itá** (Município de Itá/SC). Processo SAN/15936/CAU. Florianópolis: IMA, 2021. (Documento assinado digitalmente em 06 dez. 2021).

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA (IMA). **Licença Ambiental de Instalação (LAI) nº 7533/2021 – Porto de Itá** (Município de Itá/SC). Processo SAN/15936/CAU. Florianópolis: IMA, 2021. (Documento assinado digitalmente em 06 dez. 2021).

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Histórico da operação: dados hidrológicos (níveis)**. Rio de Janeiro, s.d. Disponível em: [https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/dados\\_hidrologicos\\_niveis.aspx](https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/dados_hidrologicos_niveis.aspx). Acesso em: 24 dez. 2025.



## 8 Apêndices

### 8.1 Apêndice A – Dias com cota acima de 370 m

A Tabela A1 resume, por ano, a contagem de dias com cota > 370 m.

Tabela A1 – Dias com cota > 370 m (resumo anual).

Ano	Dias_cota_>370
2000	39
2001	88
2002	48
2004	1
2005	10
2007	1
2009	4
2010	5
2011	13
2013	1
2014	1
2015	2

Fonte: elaboração própria.

### 8.2 Apêndice B – Eventos com $|\Delta cota| > 1,0$ m

A Tabela B1 resume, por ano, a contagem de eventos com variação diária absoluta superior a 1,0 m.

Tabela B1 – Eventos com  $|\Delta cota| > 1,0$  m (resumo anual).

Ano	Eventos_ $ \Delta  > 1m$
2001	8
2002	1
2003	1
2006	1
2010	1
2011	3
2014	1
2015	2
2016	1
2017	1
2019	2
2021	1
2023	1
2024	1

Fonte: elaboração própria.