# UM PANORAMA DA CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE RECUPERAÇÃO, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E GERENCIAMENTO DE ECLUSAS (PROECLUSAS), NO BRASIL

## *AN OVERVIEW OF THE CREATION AND IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL PROGRAM FOR THE RECOVERY, OPERATION, MAINTENANCE, AND MANAGEMENT OF LOCKS (PROECLUSAS) IN BRAZIL*

**Iviane Cunha Santos** - iviane.santos@dnit.gov.br - https://orcid.org/0000-0001-8572-0987

**Gleilson Mendes Nunes** - gleilson.nunes@dnit.gov.br - https://orcid.org/0009-0006-1420-0099

**Augusto Ayub** - augusto.ayub@dnit.gov.br - https://orcid.org/0009-0007-8272-8634

**David Wilkerson Bessa da Luz** - david.bessa@dnit.gov.br - https://orcid.org/0009-0007-1091-6118RESUMO

**RESUMO:** O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) é responsável pelo projeto, construção, operação e manutenção de hidrovias federais no Brasil, incluindo infraestrutura de eclusas e barragens nessas hidrovias. Atualmente, o DNIT é responsável pela operação e manutenção de oito eclusas existentes em hidrovias federais. Para garantir a operação sustentada das eclusas de navegação existentes, o DNIT estabeleceu um programa de avaliação e inspeção de ativos, chamado PROECLUSAS. Esse programa pretende implementar a necessária estruturação e administração desse segmento de infraestrutura de transportes, dentro do período de 2019 a 2026. Para atingir esse objetivo, o Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (USACE) e o DNIT, em um acordo de parceria intergovernamental, realizaram inspeção em uma das eclusas e, posteriormente, realizaram recomendações que o DNIT desenvolverá no futuro. A proposta se concentrou especificamente nos aspectos operacionais e de manutenção dos diversos sistemas da instalação de eclusas e barragens: sistemas hidráulicos, elétricos, mecânicos, estruturais e outros. O objetivo geral deste artigo é desenvolver uma visão integrada dos diversos aspectos técnicos e administrativos envolvidos na operação, manutenção e gestão do Programa de Eclusas PROECLUSA, que se configurou como um Programa Nacional de Recuperação, Operação, Manutenção e Gerenciamento de Eclusas.

**PALAVRAS-CHAVE:** eclusas; gerenciamento; construção; operação e manutenção.

***ABSTRACT:*** *The National Department of Transportation Infrastructure (DNIT) is entrusted with the planning, construction, operation, and maintenance of federal waterways in Brazil, which includes lock and dam infrastructure on these waterways. Presently, DNIT assumes responsibility for the operation and maintenance of eight existing locks on federal waterways. To ensure the sustained operation of the existing navigation locks, DNIT has established an asset assessment and inspection program named PROECLUSAS. This program aims to implement the necessary structuring and management of this transportation infrastructure segment from 2019 to 2026. To achieve this objective, the United States Army Corps of Engineers (USACE) and DNIT conducted an inspection of one of the locks through an*

Submetido em 24/05/2023 e aceito em 17/08/2023.
https://doi.org/10.70859/2764-9539.v2.n2.40

*Intergovernmental Partnership Agreement, subsequently providing recommendations that DNIT will develop in the future. The proposal was focused specifically on the operational and maintenance aspects of the various systems in the lock and dam facility, encompassing hydraulic, electrical, mechanical, structural, and other systems. The overall goal of this article is to develop an integrated perspective on the various technical and administrative aspects involved in the operation, maintenance, and management of the PROECLUSAS Lock Program, which has been configured as a National Program for the Recovery, Operation, Maintenance, and Management of Locks.*

***KEYWORDS:*** *locks; management; construction; operation and maintenance.*

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem investindo em programas e ações que visam dotar o extenso potencial hidrográfico do país com a competitividade necessária e aumentar a participação do modal hidroviário na matriz nacional de transportes. Com isso, busca-se garantir a operação perene dos cursos d'água e, assim, dotá-los da infraestrutura necessária, principalmente no que diz respeito às eclusas.

A Diretoria de Infraestrutura Aquaviária (DAQ) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) é responsável por administrar e gerenciar a execução da operação, manutenção e restauração da infraestrutura hidroviária, conforme estabelecido pela Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 (Brasil, 2001).

Desde 2019, a DAQ vem estruturando e implementando o Programa de Manutenção Aquaviária (PMA) com o objetivo de gerenciar contratos atuais e futuros relacionados à manutenção da infraestrutura de transporte aquaviário, integrando ações individuais aos diversos programas que compõem o plano. O PMA é composto por cinco planos e programas: Plano de Monitoramento Aquaviário (PMH), Plano Anual de Dragagem de Manutenção Aquaviária (PADMA), Programa Nacional de Sinalização Aquaviária (PROSINAQUA), Programa de Eclusas (PROECLUSAS) e Programa IP4 (PROIP4).

O PROECLUSAS foi desenvolvido para a recuperação, operação, manutenção e gerenciamento de estruturas de eclusas e barragens de navegação com foco na implementação de melhorias estruturais e de governança necessárias a esse segmento de infraestrutura de transportes.

O objetivo do Programa é implementar melhorias estruturais e de administração necessárias para a infraestrutura de transporte de navegação interior associada a eclusas e barragens de 2019 a 2026. As atividades representativas do Programa PROECLUSAS incluem o desenvolvimento de contratos eficientes de Operação e Manutenção (O&M), recuperação e modernização de sistemas, organização de acervos de documentos técnicos e elaboração de normas culturais e ambientais.

As atividades específicas do PROECLUSAS são o desenvolvimento de contratos de Operação e Manutenção (O&M), recuperação e/ou modernização de sistemas de eclusas e barragens, organização de acervos de documentos técnicos e regularização ambiental/ cultural. O PROECLUSAS faz parte de uma prioridade nacional mais ampla para desenvolver e expandir a navegação interior para apoiar o desenvolvimento de oportunidades econômicas sustentáveis. O processo é norteado pela Política Nacional de Transporte Aquaviário e pelo Plano Estratégico Aquaviário.

Este artigo apresenta recomendações para subsidiar novas melhorias no Programa PROECLUSAS e estabelecer diretrizes gerais para a promoção da navegação interior no Brasil, com foco no apoio aos usos múltiplos das hidrovias e ao planejamento integrado dos recursos hídricos.

## 2 HISTÓRIA

As eclusas são estruturas fundamentais para a operação de sistemas de navegação em rios e canais, permitindo que as embarcações superem diferenças de níveis entre diferentes trechos do curso d'água. A história das eclusas remonta a pelo menos 900 A.C., quando a Dinastia Song construiu um sistema de rampas para atravessar rios na China (Needham, 1971).

No entanto, o uso sistemático de eclusas para navegação só começou a se tornar comum na Europa na Idade Média. Uma das primeiras eclusas conhecidas foi construída em 1373 no rio Mosa, na Holanda (Needham, 1971). A partir daí, as eclusas se espalharam por toda a Europa, sendo utilizadas principalmente para o transporte de mercadorias como madeira, carvão e grãos.

No século 19, com a Revolução Industrial, as eclusas se tornaram ainda mais importantes, permitindo a navegação em rios antes considerados intransitáveis. Na América do Norte, as eclusas também desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento de sistemas de navegação, permitindo a conexão entre os Grandes Lagos e o Oceano Atlântico através do Rio São Lourenço (Nix, 2014).

Com o passar dos anos, as eclusas se tornaram cada vez mais sofisticadas e eficientes. Atualmente, as eclusas são construídas com tecnologia avançada, com sistemas de controle remoto, sensores de pressão e computadores para otimizar o fluxo de água e garantir a segurança das embarcações.

As eclusas também desempenharam um papel importante no desenvolvimento da energia hidrelétrica. A energia cinética gerada pela queda de água pelas eclusas pode ser captada e utilizada para gerar energia elétrica, tornando as eclusas uma fonte de energia limpa e renovável.

A primeira eclusa construída no Brasil foi no rio Caí, localizado no rio de mesmo nome, no Rio Grande do Sul (IPEA, 2014). A eclusa foi inaugurada em 1906 e permitiu a navegação fluvial de São Sebastião do Caí até Porto Alegre. No entanto, foi com a construção da Hidrovia Tietê-Paraná que o uso de eclusas se intensificou no Brasil.

A hidrovia liga o interior do país ao porto de Santos, no litoral de São Paulo, pelos rios Tietê, Paraná e Grande. Várias eclusas foram construídas ao longo da hidrovia, como Nova Avanhandava, Jupiá e Três Irmãos, permitindo a navegação de embarcações de grande porte.

Além da hidrovia Tietê-Paraná, outras hidrovias importantes do Brasil também possuem eclusas, como a Hidrovia São Francisco, que tem a Eclusa de Sobradinho, e a Hidrovia Tocantins-Araguaia, que tem a Eclusa de Tucuruí.

As eclusas são importantes para a economia brasileira, pois permitem o transporte de cargas de forma mais barata e eficiente, reduzindo custos logísticos e a emissão de gases poluentes. Além disso, permitem que as embarcações acessem áreas que, de outra forma, seriam inacessíveis, o que incentiva o desenvolvimento regional.

Em resumo, as eclusas são parte importante da história da navegação e da engenharia hidráulica. Desde seus primeiros usos na China antiga até as eclusas modernas de hoje, têm sido fundamentais para a economia e a infraestrutura de muitos países ao redor do mundo.

## 3 VISÃO GERAL DO SISTEMA

O Brasil possui uma vasta rede hidroviária,

com aproximadamente 99.000 km de extensão, dos quais, hoje, cerca de 19.000 km são considerados economicamente navegáveis e priorizados do ponto de vista da infraestrutura de transporte aquaviário.

Essa malha densa é formada tanto por rios de planície quanto por rios de planalto, esse último caracterizado pela existência de obstáculos naturais à navegação, como reentrâncias rochosas e baixas profundidades. Nos rios com obstáculos naturais, para que os esses sejam superados, se faz necessária a realização de intervenções de engenharia hidráulica, como a construção de eclusas, barragens e/ou deslizamentos.

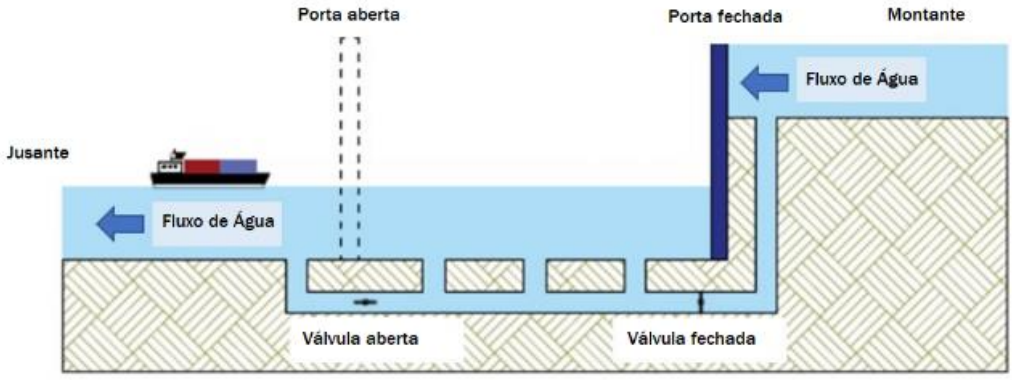
Especificadamente, as eclusas são obras de engenharia que permitem que as embarcações superem desníveis nos cursos d'água, ou seja, que subam ou desçam rios ou mares, em locais onde há desníveis. Geralmente são construídos sobre barragens, cachoeiras, corredeiras ou usinas hidrelétricas, conforme conceituado no Glossário Aquaviário do DNIT (DNIT, 2023), trata-se de obras de infraestrutura de grande porte que requerem investimentos financeiros substanciais, exigindo manutenção adequada e constante de seus sistemas e equipamentos, bem como uma gestão eficaz de sua operação e administração.

## 3.1 BREVE DESCRIÇÃO DA FUNCIONALIDADE DAS ECLUSAS

As eclusas funcionam como elevadores para embarcações, separando os dois níveis do curso d'água. Seu funcionamento pode ser brevemente descrito da seguinte forma:

- **Fase 1**: Para superar a diferença de nível, de jusante (parte baixa) para montante (parte superior), a embarcação entra pela porta a jusante da eclusa (Figura 1).

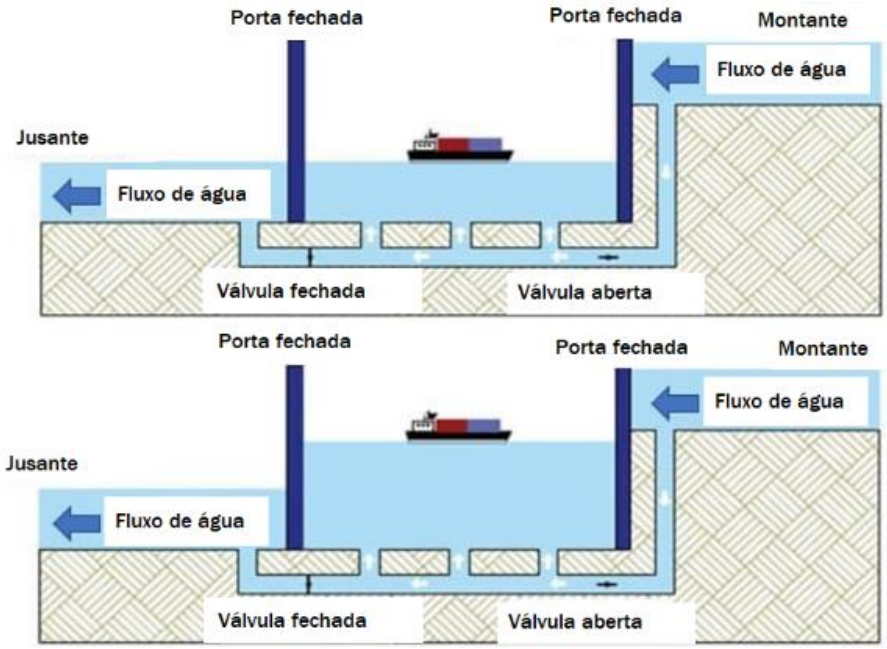
**Figura 1** – Entrada da embarcação na câmara da Eclusa




Fonte: Acervo da DAQ/DNIT.

- **Fase 2**: Uma vez dentro da câmara, a porta e a comporta a jusante são fechadas e a comporta a montante é aberta, permitindo que a câmara de eclusagem comece a encher e elevar a embarcação até o ponto de equalização com o nível de água a montante (Figura 2).

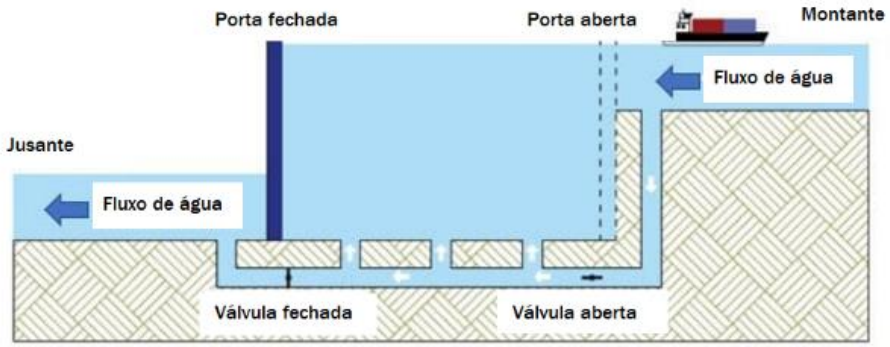
**Figura 2** – Processo de enchimento da câmara de eclusagem




Fonte: Acervo da DAQ/DNIT.

- **Fase 3**: Em seguida, os níveis são equalizados, a porta a montante é aberta e a embarcação segue seu curso normal (Figura 3).

**Figura 3** – Conclusão do processo de eclusagem




Fonte: Acervo da DAQ/DNIT.

## 3.2 ECLUSAS E BARRAGENS SOB RESPONSABILIDADE DO DNIT

O sistema de Eclusas e Barragens sob responsabilidade do DNIT é composto por oito instalações de eclusas (Figura 4). A Figura 5 apresenta a estrutura e visão geral de cada uma das eclusas juntamente com o nome dos rios. Quatro eclusas estão no Rio Grande do Sul, sendo elas: Bom Retiro do Sul, Amarópolis, Anel de Dom Marco e Fandango.

Outras eclusas estão no Estado de São Paulo (Jupiá, Três Irmãos), Estado do Pará (Tucuruí) e Estado da Bahia (Sobradinho). As quatro eclusas e barragens no Rio Grande do Sul estão na região de Porto Alegre, com a Eclusa e Barragem do Bom Retiro do Sul localizadas no Rio Taquarí e as eclusas e barragens de Amarópolis, Anel de Dom Marco e Fandango no Rio Jacuí. A Tabela 1 resume a lista de eclusas sob a responsabilidade do DNIT.

As Eclusas e Barragens de Jupiá e Três Irmãos, no Estado de São Paulo, estão localizadas próximas à divisa com o Estado do Mato Grosso do Sul e estão nos rios Paraná e Tietê, respectivamente. A Eclusa de Tucuruí está localizada no rio Tocantins dentro da bacia hidrográfica amazônica e a eclusa de Sobradinho está localizada no rio São Francisco.

**Figura 4** – Mapa do Brasil indicando a localização das eclusas e barragens do DNIT

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

**Figura 5** – Imagens das oito eclusas do DNIT e os rios em que estão situadas

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

**Tabela 1** – Eclusas de responsabilidade do DNIT

| ECLUSA | RIO | ESTADO |
|---|---|---|
| ANEL DE DOM MARCO | JACUÍ | RS |
| AMARÓPOLIS | JACUÍ | RS |
| BOM RETIRO DO SUL | TAQUARI | RS |
| FANDANGO | JACUÍ | RS |
| JUPIÁ | PARANÁ | MS |
| TRÊS IRMÃOS | TIETÊ | SP |
| TUCURUÍ | TOCANTINS | PA |
| SOBRADINHO | SÃO FRANCISCO | BA |

Fonte: Elaboração própria

### 3.3 INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE AS ECLUSAS E BARRAGENS SOB RESPONSABILIDADE DO DNIT

A eclusa e barragem de Amarópolis (Figura 6) fica localizada no rio Jacuí, HN-706, município de General Câmara, RS. O sistema teve seu comissionamento concluído em 1974, encontrando-se atualmente em operação sob a responsabilidade da Superintendência Regional do DNIT no Estado do Rio Grande do Sul – SR/RS.

Características técnicas:

- Tipologia: Barragem tipo móvel com 2 etapas de regulagem de descarga;
- Alças: 84 alças acionadas por 2 carros de manobra instalados na estrutura metálica;
- Câmara (m): 17,00 x 120,00 x 2,50 (Largura x Comprimento x Profundidade);
- Diferença de nível (m): 5,00;
- Porta a Montante: Tipo Esquadria (duas folhas) 4,10 x 9,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 9,10 x 9,00 m (Altura x Largura);
- Lat.: -29.94694444;
- Long.: -51.89527778.

**Figura 6** – Eclusa e Barragem de Amarópolis

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

A eclusa e barragem de Anel de Dom Marco (Figura 7 e Figura 8) localiza-se no rio Jacuí, HN-706, município de Rio Pardo, RS. Seu comissionamento data de 1972, encontrando-se em operação na jurisdição da Superintendência Regional do DNIT no Estado do Rio Grande do Sul – SR/RS.

Características técnicas:

- Tipologia: Barragem tipo semimóvel, com dois vertedouros fixos, junto às margens e quatro vãos móveis reguladores (comportas de descarga);
- Câmara (m): 17,00 x 120,00 x 2,50 (Largura x Comprimento x Profundidade);
- Diferença de nível (m): 7,10;
- Porta a Montante: Tipo Esquadria (duas folhas) 6,50 x 9,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 14,50 x 9,00 m (Altura x Largura);
- Lat.: -30.0901609;
- Long.: -52.49555556.

**Figura 7** – Eclusa de anel Dom Marco

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

**Figura 8** – Barragem do Anel Dom Marco

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

O complexo eclusa e barragem de Bom Retiro do Sul (Figura 9) foi implantado no Rio Taquari, HN-710, no município de Bom Retiro do Sul, RS. Seu comissionamento data de 1976. O sistema é operado e mantido pela Superintendência Regional do DNIT no Estado do Rio Grande do Sul – SR/RS.

Características técnicas:

- Tipologia: Barragem tipo móvel, com 6 comportas tipo vagão e vertedouro fixo, próximo à margem direita;
- Câmara (m): 17,00 x 120,00 x 2,50 (Largura x Comprimento x Profundidade);
- Diferença de nível (m): 11,80;
- Porta a Montante: Barriga de Peixe Tipo 6,50 x 18,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 16,50 x 9,00 m (Altura x Largura);
- Lat.: -29.6091667;
- Long.: -51.95055556.

**Figura 9** – Eclusa e Barragem Bom Retiro do Sul

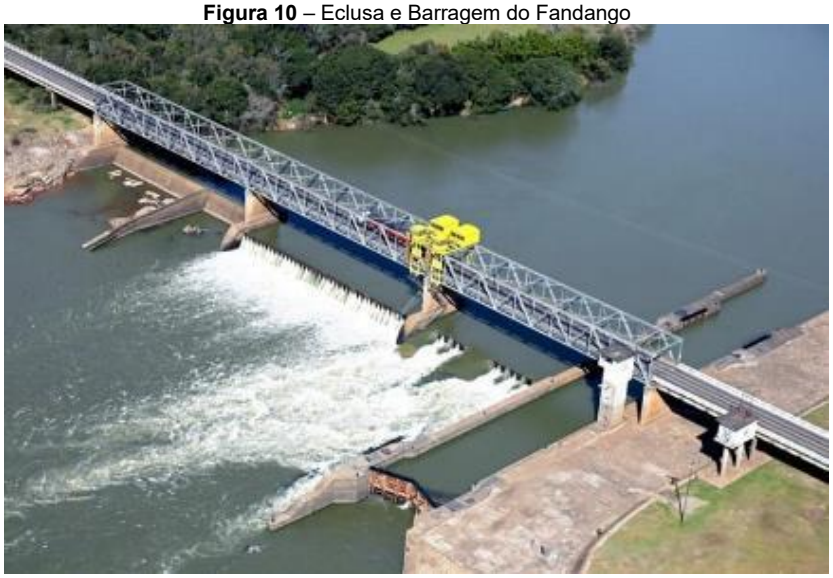
Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

A barragem e eclusa de Fandango (Figura 10) encontra-se no Rio Jacuí, HN-706, município de Cachoeira do Sul, RS, tendo sido comissionada em 1958. Atualmente a operação e manutenção é performada pela Superintendência Regional do DNIT no Estado do Rio Grande do Sul – SR/RS.

Características técnicas:

- Tipologia: Barragem tipo móvel com 2 etapas de regulagem de descarga;
- Alças: 61 alças acionadas por 2 carros de manobra instalados na estrutura metálica;
- Câmara (m): 15,00 x 85,00 x 2,50 (Largura x Comprimento x Profundidade);
- Diferença de nível (m): 4,00;
- Porta a Montante: Tipo Esquadria (duas folhas) 4,30 x 8,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 9,30 x 8,00 m (Altura x Largura);
- Lat.: -30.062824;
- Long.: -52.896985.

**Figura 10** – Eclusa e Barragem do Fandango



Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

A eclusa de Jupiá (Figura 11), localizada no Rio Paraná, HN-900, no município de Três Lagoas, MS, teve seu comissionamento concluído em 1998. Atualmente em operação, o sistema

está sob a responsabilidade da Superintendência Regional do DNIT no Estado de São Paulo – SR/SP.

Características técnicas:

- Câmara (m): 17,00 x 210,00 x 5,00 (Largura x Comprimento x Profundidade);
- Diferença de nível (m): 23,00;
- Porta a Montante: Tipo Esquadria (duas folhas) 8,18 x 9,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Vagão Tipo 23,00 x 17,00 m (Altura x Largura);
- Lat.: -20.7819444;
- Long.: -51.6333333.

**Figura 11** – Eclusa de Jupiá

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

Localizada no Rio São Francisco, HN-500, município de Sobradinho, BA, a eclusa de Sobradinho (Figura 12) foi comissionada em 1979. Atualmente a Superintendência Regional do DNIT no Estado da Bahia – SR/BA é a responsável pela operação e manutenção do sistema.

Características técnicas:

- Câmara (m): 17,00 x 120,00 x 2,50 (Largura x Comprimento x Profundidade);
- Diferença de nível (m): 32,50;
- Porta a Montante: Tipo Vagão 18,50 x 18,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 38,00 x 9,00 m (Altura x Largura);
- Lat.: -9.4391667;
- Long.: -40.8313889.

**Figura 12** – Eclusa de Sobradinho

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

A eclusa de Três Irmãos (Figura 13) localiza-se no rio Tietê, HN-913, no município de Andradina, SP. O sistema teve seu comissionamento concluído em 1995. Atualmente, o sistema encontra-se fora de operação estando sob a jurisdição da Superintendência Regional do DNIT no Estado de São Paulo – SR/SP.

Características técnicas:

- Número de câmaras: 2;
- Câmara (m): 12,10 x 142,00 x 3,50 (Largura x Comprimento x Profundidade) –ambas as câmaras têm as mesmas dimensões;
- Diferença de nível (m): 24,30 (Eclusa 1) e 25,50 (Eclusa 2);
- Total: 49,80 m;
- Canal intermediário (m): 926,00;
- Eclusa 1 (Jusante):
- Porta a Montante: Tipo de vagão 10,63 x 12,71 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 15,06 x 12,70 m (Altura x Largura);
- Eclusa 2 (Valor):
- Porta Montante: Tipo Vagão 6,23 x 12,90 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 21,56 x 12,70 m (Altura x Largura);
- Eclusa 2 (Valor):
- Lat.: -20.6652778;
- Long.: -51.3116667;
- Eclusa 1 (Jusante):
- Lat.: -20.6577778;
- Long.: -51.3052778.

**Figura 13** – Eclusas de Três Irmãos

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

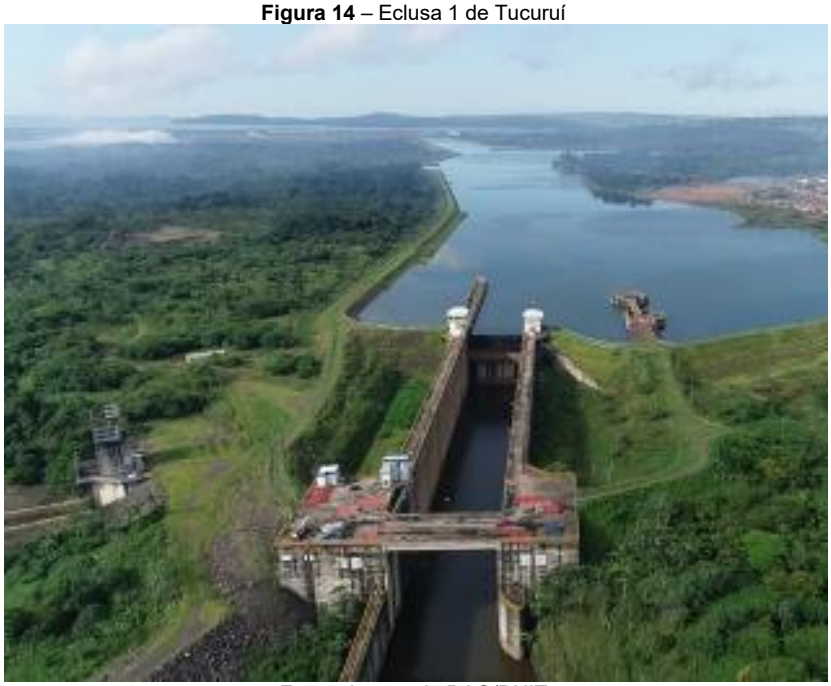
As eclusas de Tucuruí (Figura 14 e Figura 15) foram implantadas no Rio Tocantins, HN-200, no município de Tucuruí, PA. O sistema foi comissionado em 2010, estando em operação restrita sob a responsabilidade da Superintendência Regional do DNIT no Estado do Pará – SR/PA.

Características técnicas:

- Número de câmaras: 2;
- Dimensões (m): 32,00 x 200,00 x 3,00 (Largura x Comprimento x Profundidade);
- Diferença de nível (m): 36,50 (Eclusa 1) e 35,00 (Eclusa 2);
- Total: 71,50 m;
- Canal intermediário (m): 5.500,00;
- Eclusa 1 (Jusante):
- Porta a Montante: Guilhotina Tipo 18,00 x 34,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 18,00 x 17,00 m (Altura x Largura);
- Eclusa 2 (Valor):

- Porta a Montante: Vagão Tipo 18,00 x 34,00 m (Altura x Largura);
- Porta a Jusante: Tipo Esquadria (duas folhas) 37,00 x 17,00 m (Altura x Largura);
- Eclusa 1 (Jusante):
- Lat.: -3.8341667;
- Long.: -49.6611111;
- Eclusa 2 (Quantidade):
- Lat.: -3.7808333;
- Long.: -49.6591667.

**Figura 14** – Eclusa 1 de Tucuruí



Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

**Figura 15** – Eclusa 2 de Tucuruí

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

## 3.4 TRANSFERÊNCIA DE RESPONSABILIDADE DE TRANSPORTE

No cenário atual, o DNIT tem oito eclusas sob sua responsabilidade, com uma média de mais de 40 anos de operação. Ao longo desse tempo, suas administrações estiveram a cargo de diferentes divisões e agentes responsáveis, o que trouxe uma série de problemas técnicos, administrativos e de gestão, alguns ainda presentes, como licenças ambientais compartilhadas com a Usina Hidrelétrica (UHE), dificuldade na regularização de patrimônio, perda de dados históricos de manutenção e operação, e falta de documentação técnica, entre outros.

Além disso, as restrições orçamentárias vivenciadas nos últimos anos também limitaram severamente a capacidade de solução efetiva desses problemas, o que, consequentemente, agrava as questões relacionadas à manutenção e obras corretivas.

É nesse cenário de problemas técnicos, administrativos e gerenciais que o DNIT concebeu um programa, com o objetivo de alcançar a efetiva operação, gestão e administração dessas infraestruturas vitais para o transporte de cargas e pessoas na navegação interior.

Um marco legal importante no processo de gestão de eclusas foi a promulgação da Lei 13.081, em 2015, que atribui ao Setor de Transportes as atividades de gerenciamento da operação e manutenção das eclusas como responsabilidades dos sistemas de transposição, inclusive as integradas à Unidade de Geração de Energia Hidrelétrica (UHE) (Brasil, 2015).

Como consequência disso, além das eclusas do Anel de Dom Marco, Amarópolis, Bom Retiro do Sul e Fandango, que já eram administradas pela Autarquia por meio de convênios com a Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP) e a Companhia Docas do Maranhão (CODOMAR), as operações das eclusas de Tucuruí, Sobradinho, Jupiá e Três Irmãos passaram a ser de responsabilidade direta do DNIT.

No entanto, a transferência de responsabilidade para o DNIT não foi totalmente acompanhada no que diz respeito ao intercâmbio de informações técnicas e administrativas. Isso resultou em lacunas importantes nas informações sobre bens patrimoniais e dados operacionais e de manutenção – informações essenciais para o correto planejamento da gestão dessas infraestruturas.

## 4 PROECLUSAS

Para além dos problemas de gestão anteriores resultantes das sucessivas alterações na gestão e administração das eclusas, acrescentaram-se lacunas de informação/dados sobre as infraestruturas transferidas para o DNIT. Isso gerou sérias dificuldades na identificação das condições materiais em que cada uma dessas eclusas foram encontradas, tendo em vista a ausência de registos históricos consistentes sobre a manutenção dos sistemas/equipamentos. Dessa forma, não havia material que pudesse orientar o detalhamento técnico essencial, na elaboração das especificações de obras/serviços, seus orçamentos e demais documentos necessários aos processos de contratação de recuperações e operação/manutenção dessas eclusas.

### 4.1 ACORDO ENTRE O DNIT E O USACE

O Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (USACE) e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) do Brasil celebraram um acordo de parceria intergovernamental em 18 de abril de 2016. O Acordo apoia os objetivos de curto e longo prazo do DNIT nas áreas de engenharia fluvial e serviços de navegação fluvial.

Como parte do acordo, o USACE fornece capacitação e transferência de conhecimento aos analistas, engenheiros, planejadores e outros profissionais que atuam em desenvolvimento hidroviário e engenharia fluvial no DNIT.

O USACE fornece recomendações ao DNIT para apoiar as áreas específicas dos programas de operação, manutenção e gerenciamento de ativos de eclusas e barragens. Um dos principais objetivos das recomendações de operação e manutenção é identificar oportunidades para integrar as recomendações em futuros contratos do DNIT. Os contratos específicos de interesse do

DNIT serão os contratos de diagnóstico, operação, manutenção e fiscalização das eclusas e barragens.

O USACE tem pleno conhecimento do PROECLUSAS e fornece suporte técnico ao Programa desde 2018. As atividades já realizadas incluíram:

- 2019: Inspeção *in loco* do USACE e recomendações para cinco eclusas e barragens do DNIT (Tucuruí, Amarópolis, Dom Marco, Bom Retiro do Sul, Fandango);
- 2019: *Workshop* de Projeto de Eclusas e Barragens de Navegação (Brasil);
- 2019: Visita *in loco* e recomendações de condição de emergência para duas eclusas e barragens do DNIT (Jupiá e Três Irmãos);
- 2019: Intercâmbio de tecnologia de Eclusas e Barragens (Brasil);
- 2020: Oficina de Manutenção de Eclusas USACE (DNIT *in loco* nos EUA);
- 2020: Oficina de Operações da Eclusa (realizado de forma virtual);
- 2020: Amarópolis *Design Charrette* com participação do USACE e DNIT (virtual);
- 2020-2021: 13 revisões de contrato e comentários do USACE para projetos de Amarópolis para a Contratada do DNIT (virtual);
- 2021: Três revisões de contrato e comentários do USACE para Bom Retiro para a Contratada do DNIT (virtual); e
- 2022: Duas revisões de contrato e comentários do USACE para Dom Marco para a Contratada do DNIT (virtual).

A Figura 16 a seguir apresenta algumas fotos das visitas realizadas no ano de 2019.

**Figura 16** – Inspeção diagnóstica em Tucuruí pelo USACE e DNIT (canto superior esquerdo); Inspeção de bombas em Três Irmãos pelo USACE e DNIT (canto superior direito); e pessoal do USACE e DNIT visitando Amarópolis em 2019 (abaixo)

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT.

## 4.2 CONCEPÇÃO E ESTRUTURA DO PROECLUSAS

Nesse contexto, a partir de uma visão integrada dos diversos aspectos técnicos e administrativos envolvidos na operação, manutenção e gestão das eclusas, incluindo os problemas existentes e a falta de informações/ dados, foi concebido o PROECLUSAS. Esse programa se configura em um programa nacional de recuperação, operação, manutenção e gestão de eclusas, que pretende implementar a estrutura e governança necessárias para esse segmento de infraestrutura de transportes, no período de 2019 a 2026.

Com base nas informações recolhidas junto às Administrações Aquaviárias no 1º semestre de

2019, são identificados dados constantes dos relatórios de inspeção da Auditoria Interna do DNIT – AUDINT-DNIT, dos contratos anteriores de eclusas e das visitas técnicas realizadas pela DAQ, com o apoio dos técnicos do USACE. Também se estabeleceram três eixos centrais e estruturantes do programa PROECLUSAS (técnico, administrativo e gerencial) os quais serão apresentados de forma detalhada a seguir:

### 4.2.1 EIXO ESTRUTURANTE TÉCNICO

A estruturação analítica do eixo técnico inclui atividades relacionadas à operação e manutenção das eclusas; realização de diagnósticos; consolidação/revisão de documentação técnica; obtenção/manutenção das licenças necessárias e planejamento e elaboração de especificações técnicas para as intervenções maiores que se fizerem necessárias.

Como mencionado anteriormente, havia lacunas nas informações técnicas consolidadas sobre as eclusas, o que impossibilitava, com a menor confiabilidade possível, a contratação de empresas especializadas na operação e manutenção das eclusas. Por isso, no 2º semestre de 2019, a DAQ concebeu uma metodologia que, de forma técnica e consistente, permitiria, em sua fase inicial (chamada de fase de diagnóstico e retomada operacional), realizar os diagnósticos necessários nas eclusas, possibilitando o seu retorno gradual às condições de operação e manutenção. Essa fase inicial foi seguida por uma “fase de consolidação de O&M”, que se configura por contratos de longo prazo para operações e ações de manutenção regulares e contínuas, já customizadas e orientadas pela fase de diagnóstico.

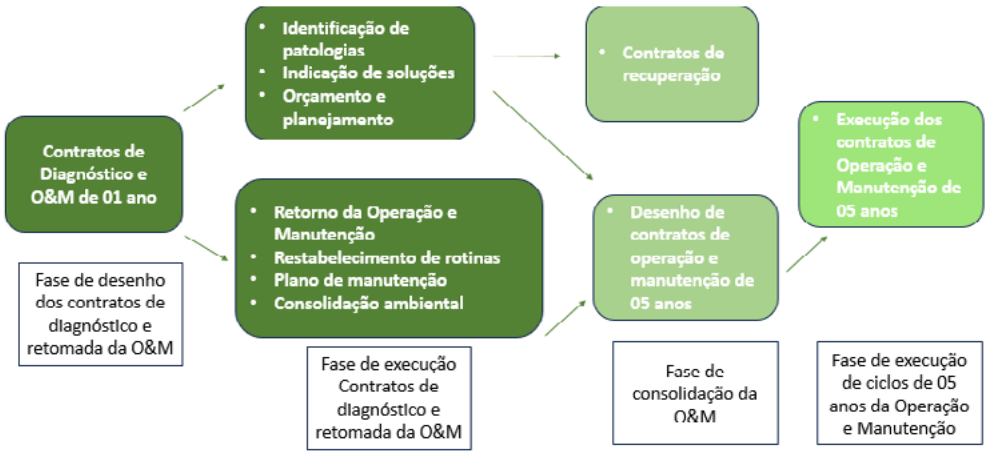
Assim, com essa concepção, adotou-se como premissa e elemento inicial a realização de contratos padronizados de curto prazo (cerca de 12 meses), visando prioritariamente a realização de diagnósticos nos diversos sistemas/ equipamentos das eclusas (civil, elétrica, mecânica, hidráulica, automação etc.). Dessa forma, seria possível a retomada gradual e monitorada das operações e manutenção das eclusas e, em paralelo, a coleta/consolidação/ revisão de todo o acervo técnico.

A partir das modalidades de contratos, a DAQ e as Superintendências estabeleceram modelos de termos de referência padronizados para a contratação da execução e supervisão da fase “O&M” consolidada (contratos com duração de cerca de 5 anos).

Paralelamente, os diagnósticos realizados na fase inicial orientaram a contratação de serviços de recuperação de maior porte, entendidos aqui como aqueles serviços que não se enquadram no rol de atividades regulares de manutenção dos sistemas e equipamentos das eclusas. O detalhamento técnico das patologias encontradas, a indicação das soluções recomendadas, o levantamento de custos, as listas de insumos/materiais/equipamentos e mão de obra associada e os prazos de execução de cada intervenção (obras/serviços) são informações essenciais. Essas informações permitem o gerenciamento e o correto planejamento dessas intervenções por parte da DAQ e das superintendências, o que inclui a elaboração do termo de referência para os contratos de recuperação e a inclusão de estimativas mais realistas na elaboração de propostas orçamentárias.

Atualmente, os contratos de diagnósticos do DNIT para as eclusas de Tucuruí, Sobradinho, Três Irmãos e Jupiá foram concluídos. Em síntese, a metodologia pode ser expressa na Figura 17.

**Figura 17** – Estruturação de contratos




Fonte: Elaboração própria

Os serviços de operação e manutenção de eclusas podem ser considerados, conceitualmente, como serviços técnicos rotineiros e padronizados, não diferindo significativamente de uma infraestrutura para outra, ocorrendo apenas pequenas adaptações em função das especificidades de seus sistemas ou equipamentos. Portanto, do ponto de vista gerencial, considerou-se desejável padronizar contratos que contemplassem a gama de atividades de O&M, de forma eficiente e econômica (evitando múltiplos contratos). Ao mesmo tempo, essa padronização permite medições, análises e monitoramento do desempenho das eclusas, com vistas a identificar e corrigir sua gestão, seja de natureza técnica ou administrativa.

A padronização do termo de referência levou à elaboração de uma lista de produtos comuns que serão executados pelas contratadas. Esses produtos foram mais bem especificados/ orientados para abranger toda a gama de atividades técnicas diretas e indiretas associadas às rotinas e serviços de O&M dessas infraestruturas, mitigando, com isso, a ocorrência de possíveis lacunas nos serviços necessários.

É importante salientar que, à medida que se desenvolvem alguns ciclos correspondentes à fase de "consolidação de O&M" (contratos de cerca de 5 anos), os dados históricos recolhidos sobre a manutenção e operação dessas infraestruturas facilitarão uma possível adoção, no futuro, de um modelo de contratação que remunere o contratado pelo nível de disponibilidade e pelo desempenho das atividades de O&M, como já acontece com os portos da Amazônia.

Assim como nos contratos de execução, os contratos de supervisão também foram padronizados, tanto nos contratos de "Diagnóstico e O&M de 1 ano" quanto nos "Contratos de O&M de 5 anos". O DNIT executa contratos de supervisão e O&M para todas as eclusas federais e atualmente tem contratos ativos de cinco anos para todas as oito eclusas (Tabela 1).

Os contratos de supervisão englobam todos os serviços associados ao monitoramento e controle de todas as atividades e serviços relacionados à O&M das eclusas. As tarefas representativas do contrato de supervisão incluem: inspeção e verificação de documentação e notas fiscais associadas à execução de serviços; apoio ao planejamento e supervisão de

serviços de manutenção hidráulica, eletrônica e eletromecânica; monitoramento de registros de embarcações bloqueadas e registros de nível de água de rios; e emissão de relatórios técnicos e de medição mensais (Tabela 2).

Os contratos de O&M abrangem a execução de todas as tarefas de O&M, bem como a consolidação e revisão da documentação técnica associada às eclusas. As tarefas representativas de O&M incluem: conformidade com especificações e regulamentos em eclusas e manuais de O&M; complementação e atualização de manuais de O&M de eclusas com base nas lições aprendidas para otimizar serviços, aumentar a vida útil dos equipamentos e aumentar a segurança; serviços de manutenção hidráulica, eletrônica e eletromecânica, e registro do movimento das embarcações eclusadas e dos níveis do rio (Tabela 2).

**Tabela 2** – Informações resumidas para todos os contratos de DNIT, Supervisão de Eclusas e O&M

| Eclusas | | | Contratos de Supervisão | | | Contratos de O&M | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eclusa | Estado | Rio | Ano | Duração Anos | Valor Estimado R$ Bilhões | Ano | Duração Anos | Valor Estimado R$ Bilhões |
| Tucurui | Para | Tocantins | 2022 | 5 | R$ 6.7 | 2022 | 5 | R$ 33.8 |
| Sobradinho | Bahia | Sao Francisco | 2021 | 5 | R$ 5.7 | 2021 | 5 | R$ 26.3 |
| Tres Irmaos | Sao Paulo | Tiete | 2023 | 5 | R$ 12.1 | 2022 | 5 | R$ 43.6 |
| Jupia | Sao Paulo | Parana | | | | | | |
| Bom Retiro do Sul | Rio Grande do Sul | Taquari | 2021 | 5 | R$ 2.8 | 2021 | 5 | R$ 33.1 |
| Amaropolis | Rio Grande do Sul | Jacui | | | | | | |
| Dom Marco | Rio Grande do Sul | Jacui | | | | | | |
| Fandango | Rio Grande do Sul | Jacui | | | | | | |

Fonte: Elaboração própria

Para as eclusas integradas às Usinas Hidrelétricas (UHE) que passaram a ser de responsabilidade do DNIT, ainda que compartilhando parte da infraestrutura e instalações com a UHE, tornou-se necessário estabelecer acordos operacionais entre as concessionárias de geração de energia e as contratadas do DNIT. Esses acordos têm como finalidade a operação e manutenção das eclusas, de modo que sejam definidas as responsabilidades das partes em áreas ou ações em infraestruturas compartilhadas, bem como o apoio mútuo em casos de emergências das instalações, minimizando/mitigando os impactos mútuos.

Esses acordos devem ser derivados de documentos de cooperação de nível superior entre o DNIT e a ANEEL. As atribuições e responsabilidades contidas nos contratos operacionais entre a concessionária e a executora estão espelhadas nos contratos de O&M de 5 anos.

### 4.2.2 EIXO ADMINISTRATIVO

O eixo administrativo cuidava da regularização dos bens móveis ou imóveis pertencentes à eclusa, com inventário completo de todos os bens permanentes existentes nas dependências da eclusa.

Pela inclusão no patrimônio líquido do DNIT de imóveis alienados de outras empresas em particular, foi estabelecida uma metodologia para mensuração do valor das eclusas, bem como critérios e proposta para o desmembramento do terreno das eclusas da UHE.

Também estão contemplados nesse eixo os contratos auxiliares como manutenção predial, vigilância, energia elétrica etc.

### 4.2.3 EIXO GESTÃO

No eixo de gestão, elencamos a priorização de iniciativas para a proposta orçamentária, a gestão orçamentária, por meio da alocação de recursos, e o acompanhamento do orçamento vigente. Em termos de gestão de contratos, acompanhou-se o cronograma de execução e procedeu-se ao monitoramento e pagamento das obrigações decorrentes desses contratos.

Para as novas eclusas cuja responsabilidade pela operação e manutenção eventualmente sejam transferidas do setor elétrico para o DNIT, foram estabelecidos procedimentos técnicos e administrativos para recebê-las.

## 5 RESULTADOS

A implementação gradual dos conceitos definidos no programa PROECLUSAS, juntamente com o apoio e consultoria fornecidos pelo USACE, vem se traduzindo em melhorias constantes nas condições operacionais observadas no campo. Outro avanço foi a padronização gradual dos processos envolvidos na gestão da manutenção e controle de ativos físicos como equipamentos, instalações imobiliárias etc. A Tabela 3 mostra a evolução da disponibilidade operacional das eclusas desde a implantação do programa em 2019.

**Tabela 3** – Informações resumidas sobre evolução da disponibilidade operacional

| ECLUSAS | NOV/19 | NOV/21 | JAN/22 | JUN/22 | JAN/23 |
|---|---|---|---|---|---|
| TUCURUÍ | 🔴 | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 |
| TRÊS IRMÃOS | 🔴 | 🟢 | 🔴 | 🔴 | 🔴 |
| JUPIÁ | 🔴 | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 |
| SOBRADINHO | 🔴 | 🔴 | 🟢 | 🟢 | 🟢 |
| BOM RETIRO | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 |
| AMARÓPOLIS | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🔴 | 🟢 |
| ANEL DE DOM MARCO | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 |
| FANDANGO | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 | 🟢 |
| TOTAL | | | | | |
| OPERACIONAL | 4 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| NÃO OPERACIONAL | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| % OPERACIONALIDADE | 50% | 88% | 88% | 88% | 88% |

🔴 Não operacional; 🟢 Operacional

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que atualmente apenas um equipamento ainda está fora de operação, tendo em vista uma questão relacionada à contratação do fornecimento de energia elétrica. Esse processo tem se mostrado mais complexo do que o esperado, mas já está próximo de ser concluído. As Figuras 18 e 19 mostram algumas das principais atividades de manutenção.

**Figura 18** – Movimentação da Estrutura (Eclusa de Tucuruí - Eclusa 2)

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

**Figura 19** – Posicionamento do corte de fluxo (Eclusa de Tucuruí - Eclusa 1)

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

Outra observação importante é o fato de que atualmente todas as eclusas possuem sistemas CMMS para monitorar sua manutenção, o que representa um grande salto em relação à situação encontrada antes do início do programa, conforme apresentado na Tabela 4

**Tabela 4** – Informações resumidas CMMS

| ECLUSAS COM CMMS | 2018 | 2023 |
|---|---|---|
| TUCURUÍ | 🔴 | 🟢 |
| TRÊS IRMÃOS | 🔴 | 🟢 |
| JUPIÁ | 🔴 | 🟢 |
| SOBRADINHO | 🔴 | 🟢 |
| BOM RETIRO | 🔴 | 🟢 |
| AMARÓPOLIS | 🔴 | 🟢 |
| ANEL DE DOM MARCO | 🔴 | 🟢 |
| FANDANGO | 🔴 | 🟢 |

🟢 SEM CMMS; 🔴 COM CMMS

Fonte: Elaboração própria

O último grande resultado obtido com a implantação do programa é que todas as eclusas estão sob contratos de operação e manutenção de longo prazo (05 anos), os quais foram padronizados respeitando as especificidades de cada projeto (Tabela 5).

**Tabela 5** – Informações resumidas sobre contratos de operação e manutenção

| ECLUSAS COM CONTRATOS DE LONGO PRAZO | 2018 | 2023 |
|---|---|---|
| TUCURUÍ | 🔴 | 🟢 |
| TRÊS IRMÃOS | 🔴 | 🟢 |
| JUPIÁ | 🔴 | 🟢 |
| SOBRADINHO | 🔴 | 🟢 |
| BOM RETIRO | 🔴 | 🟢 |
| AMARÓPOLIS | 🔴 | 🟢 |
| ANEL DE DOM MARCO | 🔴 | 🟢 |
| FANDANGO | 🔴 | 🟢 |

🟢 SEM CONTRATOS LONGOS; 🔴 COM CONTRATOS LONGOS

Fonte: Elaboração própria

As melhorias apresentadas resultam principalmente da convergência de esforços dos diversos atores (Diretoria, Superintendência, Coordenações Setoriais, etc.) que compõem a governança das eclusas para alcançar os processos de identificação, avaliação, seleção, aquisição, monitoramento e alienação desses ativos de forma eficiente e eficaz. Isso inclui o gerenciamento de riscos associados aos ativos e o rastreamento informatizado de sua manutenção e reparo, além da garantia de sua disponibilidade para dar suporte à operação da organização.

Apesar dos resultados alcançados, ainda há muito a ser feito para atingir plenamente o objetivo estratégico de alcançar um alto nível de serviço e maximizar o retorno do investimento para a sociedade. O nível de excelência buscado envolve esforços constantes para reduzir custos, melhorar a qualidade dos serviços prestados, aumentar a segurança e a confiabilidade de nossos equipamentos.

Alguns dos diversos serviços executados nos contratos de operação e manutenção de eclusas podem ser vistos na Figura 20.

**Figura 20** – Serviços de manutenção realizados nas Eclusas

a) Inspeção da Porta da Guilhotina (Eclusa de Tucuruí)

b) Inspeção do centro hidráulico de enchimento (Eclusa de Tucuruí)

(continua)

c) Instalação de válvulas após calibração na unidade hidráulica da ponte basculante (Eclusa de Sobradinho)

d) Manutenção preventiva dos componentes elétricos do painel de controle (Eclusa de Sobradinho)

e) Bombas de drenagem operacionais (Eclusa Três Irmãos)

f) Equalização dos níveis da câmara (Eclusa de Jupiá)

Fonte: Acervo da DAQ/DNIT

## 6 CONCLUSÕES

O PROECLUSAS tem se mostrado um programa satisfatório e tem alcançado resultados efetivos, considerando o curto tempo de implantação. Foram introduzidos contratos padronizados de operação e manutenção, realizados diagnósticos e projetos de modernização, considerando as particularidades e especificidades de cada eclusa.

Como etapas futuras, o PROECLUSAS prevê a realização de obras de modernização e recuperação, implantação de sistema de gestão de manutenção, regularização ambiental e/ou licença de operação e regularização de bens móveis e imóveis com o objetivo de proporcionar eclusas em plenas condições de operação e contribuir para o desenvolvimento do transporte aquaviário no Brasil.

De modo geral, o programa apresenta bons resultados, mas necessita de melhorias futuras para seu aprimoramento conforme será descrito no próximo capítulo.

## 7 ABRAÇANDO O PROGRESSO: OS PRÓXIMOS PASSOS PARA O TRABALHO FUTURO

O USACE forneceu um relatório com recomendações ao DNIT para apoiar as áreas específicas dos programas de operação, manutenção e gestão de ativos de eclusas e barragens. Um dos principais objetivos do relatório é identificar oportunidades para integrar as recomendações em futuros contratos DNIT.

A implementação de um programa de gestão de ativos/gestão de manutenção eficaz é fundamental para o sucesso do PROECLUSAS. As principais ações incluem o estabelecimento de

inspeções uniformes das condições; realização de avaliações de risco; utilização de um sistema centralizado de gestão da manutenção informática; e desenvolvimento dos elementos fundamentais de um programa de manutenção.

As recomendações operacionais incluem: desenvolvimento de planos de ação hidroviários para facilitar a circulação segura e ordenada do tráfego durante a evolução das condições dos rios; implementação de programa de treinamento de operadores de eclusas e barragens; e a implementação de um sistema de rastreamento da eclusa baseado na web. Esses esforços melhorariam o conhecimento dos usuários das hidrovias sobre as condições de operação e padronizariam as políticas e procedimentos do DNIT.

As recomendações de contratação para reduzir o tempo necessário para reparos além do escopo dos contratos atuais de O&M incluem o desenvolvimento e a implementação de um contrato adicional focado em grandes reparos e reabilitação. Além disso, também se recomendou instrumentos de contratos regionais para suporte técnico do fabricante de componentes PLC e suporte qualificado ao integrador de sistemas. O USACE também recomendou contratação recorrente para executar inspeções de instalações de engenharia. Isso reduziria o longo prazo necessário para o desenvolvimento de contratos individuais.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei Nº 10233, de 05 de junho de 2001**. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2001.

BRASIL**. Lei Nº 13.081, de 02 de janeiro de 2015**. Dispõe sobre a construção e a operação de eclusas. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT. **GLOSSÁRIO HIDROVIÁRIO**. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/glossario-hidroviario. Acesso em: 8 mar. 2023.

INSTITUITO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. IPEA. **Hidrovias no brasil:** perspectiva histórica, custos e institucionalidade. 2014. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2714/1/TD_1931.pdf. Acesso em: 4 mar. 2023.

NEEDHAM, Joseph. **Science and Civilization in China**. 4 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE), 2022. **Engineer Circular 1130-2-XXXX**, **Project Operations**: Locks and Dams Maintenance Standards (Final Draft). 46 pp.

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE), 2013. **Maintenance Management Improvement Plan**. USACE Asset Management, U.S. Army Corps of Engineers, Directorate of Civil Works. 73 pp.

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE), 2022. **McAlpine Locks and Dam Operations and Maintenance**, Section 3-2-2 Preparations Against Flooding. P. 43 of 135.