



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

BRUNO SANTOS DE AGUIAR

ANÁLISE OPERACIONAL DAS TRANSPOSIÇÕES NA ECLUSA DE TUCURUÍ-PA:
Sistemas e subsistemas envolvidos no processo

TUCURUÍ-PA
2025

BRUNO SANTOS DE AGUIAR

ANÁLISE OPERACIONAL DAS TRANSPOSIÇÕES NA ECLUSA DE TUCURUÍ-PA:
Sistemas e subsistemas envolvidos no processo

Trabalho de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador(a): Dra. ANDRÉCIA PEREIRA DA COSTA

Coorientador(a): Dr. IANES BARBOSA GRÉCIA COUTINHO

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

A282a Aguiar, Bruno Santos de.
ANÁLISE OPERACIONAL DAS TRANSPOSIÇÕES NA
ECLUSA DE TUCURUÍ-PA: : Sistemas e subsistemas envolvidos
no processo / Bruno Santos de Aguiar. — 2025.
78 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Andrécia Pereira da Costa
Coorientador(a): Prof. Dr. Ianes Barbosa Grécia Coutinho
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do
Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia
Elétrica, Tucuruí, 2025.

1. Eclusa de Tucuruí. 2. Sistemas e subsistemas. 3.
Transposição de desnível. I. Título.

CDD 386.309811



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

TÍTULO:

ANÁLISE OPERACIONAL DAS TRANSPOSIÇÕES NA ECLUSA DE TUCURUÍ - PA: SISTEMAS E SUBSISTEMAS ENVOLVIDOS NO PROCESSO

DISCENTE: BRUNO SANTOS DE AGUIAR

MATRÍCULA: 202033940006

#	BANCA EXAMINADORA	CONDIÇÃO
1	<i>Profa. Dra. Andrécia Pereira da Costa, FEE/CAMTUC/UFPA</i>	Orientador
2	<i>Prof. Dr. Ianes Barbosa Grécia Coutinho</i>	Coorientador
3	<i>Prof. Dr. André Felipe Souza da Cruz, FEE/CAMTUC/UFPA</i>	Membro
4	<i>Prof. Dr. Washington César Braga de Sousa, FEE/CAMTUC/UFPA</i>	Membro

Data da Defesa: 15/09/2025

Hora Início: 09:10

Hora Término: 09:50

Trabalho Escrito (0 a 10 pontos por critério)	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4
Formatação	8,5	8,0	7,5	8,0
Linguagem (gramática e semântica)	9,0	9,0	8,0	8,5
Conteúdo técnico	7,0	5,0	2,0	5,0

Defesa Oral (0 a 10 pontos por critério)	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Examinador 4
Sequência lógica de apresentação	9,0	9,0	7,5	8,5
Administração do tempo	10	10	7,5	10
Expressão oral	9,5	9,5	6,0	7,0
Domínio do tema	9,0	8,0	5,0	5,0

Média por examinador	8,86	8,36	6,21	7,43
Média Final	7,71			
Conceito Final	BOM			

Tucuruí-PA, 15/09/2025.

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDRECIA PEREIRA DA COSTA
Data: 15/09/2025 12:45:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br IANES BARBOSA GRECIA COUTINHO
Data: 15/09/2025 13:02:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDRE FELIPE SOUZA DA CRUZ
Data: 15/09/2025 12:51:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro

Documento assinado digitalmente
gov.br WASHINGTON CESAR BRAGA DE SOUSA
Data: 15/09/2025 13:42:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro

BRUNO SANTOS DE AGUIAR

ANÁLISE OPERACIONAL DAS TRANSPOSIÇÕES NA ECLUSA DE TUCURUÍ-PA:
Sistemas e subsistemas envolvidos no processo

Trabalho de Curso apresentado à Faculdade de Elétrica, do Campus Universitário de Tucuruí da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Data da aprovação: 15 / 09 / 2025

Conceito: BOM

BANCA EXAMINADORA

Dra. Andrécia Pereira da Costa
Orientador - FEE/ CAMTUC/UFPA

Dr. Ianes Barbosa Grécia Coutinho
Coorientador - Sem vínculo institucional

Dr. André Felipe Souza da Cruz
Membro - FEE/ CAMTUC/UFPA

Dr. Washington Cesar Braga de Sousa
Membro - FEE/ CAMTUC/UFPA

Dedico este trabalho à minha família, alicerce de todas as minhas conquistas. Em especial, à minha querida vó Joaquina, que partiu na reta final da minha graduação, deixando em mim o exemplo de força, coragem e amor incondicional, valores. E ao meu filho Joaquim, que chegou trazendo luz, esperança e renovando minhas forças para concluir mais esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria para trilhar este caminho e superar cada obstáculo até aqui.

À minha família, que sempre foi minha base. À minha mãe, meu refúgio e porto seguro; ao meu pai, modelo de força e determinação; e às minhas irmãs, cujas conquistas me inspiraram e incentivaram a perseguir meus sonhos.

À minha esposa, companheira incansável, que me acompanhou durante toda a minha jornada acadêmica, proporcionando suporte, paciência e amor, e que me deu o maior presente da minha vida, o nosso filho Joaquim, que renovou minhas forças e me motivou a continuar.

À minha orientadora, Dra. Andrécia Pereira da Costa, pela confiança, empenho e direção neste trabalho, assumindo o desafio de me orientar e contribuir de maneira essencial para o progresso desta pesquisa.

Aos amigos que dividiram comigo momentos de aprendizado, desafios e vitórias, tornando essa jornada mais desafiadora e significativa, especialmente Gabriel Lima Ferreira, Jhonatan Pinheiro Dias, Isaias da Costa Castro, Mailson Silva dos Santos, Jeimisson Junior Leão do Carmo e Leilane de Jesus dos Anjos.

A todos os docentes que, por meio de seus ensinamentos, ampliaram minha visão e contribuíram de maneira significativa para minha formação, e a todos que, de forma direta ou indireta, participaram desta trajetória, expresso minha intensa gratidão.

“Nenhum de nós é tão bom quanto todos nós juntos.”

Ray Kroc

RESUMO

Este trabalho propõe uma análise operacional das transposições na Eclusa de Tucuruí-PA, concentrando-se na identificação e no entendimento dos sistemas e subsistemas nos quais participam neste procedimento. A pesquisa foi realizada por meio de observações *in loco*, análise de documentos e consulta a relatórios técnicos, possibilitando uma interpretação completa da interação entre sistemas mecânicos, hidráulicos, elétricos e de automação. Foram especificados os sistemas principais, como as portas Mitra e Guilhotina, bem como as comportas de enchimento e esvaziamento, além dos sistemas auxiliares, que incluem energia, automação, supervisão, CFTV, combate a incêndio, drenagem, ar comprimido e ventilação. A análise concentrou-se na interação e integração entre esses sistemas, evidenciando sua relevância para assegurar a segurança, a eficácia e a confiabilidade das operações de transposição. Também foram discutidas as medidas de segurança, inspeções e manutenções preventivas e corretivas implementadas no sistema, ressaltando a importância do trabalho das equipes técnicas. A Eclusa de Tucuruí é uma infraestrutura estratégica para a navegação e logística da região Norte, um ponto crucial da engenharia nacional e uma oportunidade contínua para estudos de aprimoramento operacional.

Palavras-chave: Eclusa de Tucuruí; Sistemas e subsistemas; Transposição de desnível.

ABSTRACT

This work proposes an operational analysis of the transpositions at the Tucuruí Lock (PA), focusing on the identification and understanding of the systems and subsystems involved in this procedure. The research was carried out through on-site observations, document analysis, and consultation of technical reports, allowing for a comprehensive interpretation of the interaction between mechanical, hydraulic, electrical, and automation systems. The main systems were specified, such as the Miter and Guillotine gates, as well as the filling and emptying sluices, in addition to the auxiliary systems, which include power supply, automation, supervision, CCTV, fire protection, drainage, compressed air, and ventilation. The analysis focused on the interaction and integration among these systems, highlighting their relevance to ensuring the safety, efficiency, and reliability of transposition operations. Safety measures, inspections, and preventive and corrective maintenance implemented in the system were also discussed, emphasizing the importance of the work carried out by technical teams. The Tucuruí Lock is a strategic infrastructure for navigation and logistics in the Northern region, a crucial milestone of national engineering, and a continuous opportunity for studies aimed at operational improvement.

Keywords: Tucuruí Lock; systems and subsystems; water level transposition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Observações de campo realizadas	19
Tabela 2 - Sequência operacional dos ciclos de eclusagem	51

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Identidade visual da empresa R. PEOTTA.....	21
Figura 2 - Identidade visual da empresa Progaia.....	21
Figura 3 - Arranjo geral do sistema de transposição	21
Figura 4 - Estrutura da Eclusa 1	16
Figura 5 - Perspectiva e arranjo das principais estruturas da Eclusa 1	18
Figura 6 - Estrutura da Eclusa 2	19
Figura 7 – Perspectiva e arranjo das principais estruturas da Eclusa 2	21
Figura 8 - Canal intermediário.....	22
Figura 9 - Vertedouro	23
Figura 10 - Porta Mitra da Eclusa 1.....	26
Figura 11 - Porta Mitra da Eclusa 2.....	27
Figura 12 - Central hidráulica.....	28
Figura 13 - Porta Guilhotina da Eclusa 1	29
Figura 14 - Porta Guilhotina da Eclusa 2	30
Figura 15 - Conjunto de engrenagens e mecanismos da Eclusa 1 e 2	31
Figura 16 - Estrutura da comporta de enchimento da Eclusa 2.....	32
Figura 17 - Central hidráulica.....	33
Figura 18 - Módulo de enchimento da Eclusa 1	34
Figura 19 - Enchimento da câmara principal da Eclusa 1 e 2	34
Figura 20 - Estrutura da comporta de esvaziamento da Eclusa 2.....	35
Figura 21 - Módulo de esvaziamento da Eclusa 1	36
Figura 22 - Central hidráulica.....	36
Figura 23 - Esvaziamento da câmara principal da Eclusa 1 e 2	37
Figura 24 - Subestação da Eclusa 2.....	38
Figura 25 - Geradores da Eclusa 1 e 2.....	39
Figura 26 - Sistema supervisório	40
Figura 27 - Sistema de CFTV e Alta Voz	42
Figura 28 - Sistema de combate de incêndio	42
Figura 29 - Drenagem das galerias	43
Figura 30 - Cilindro Pneumático	44
Figura 31 - Sistema de ventilação.....	45
Figura 32 - Inspeções em painéis elétricos	47

Figura 33 - Inspeções em motores do sistema de drenagem	48
Figura 34 - Substituição de componente	49
Figura 35 - Verificação da sonda de nível.....	49
Figura 36 - Manutenção na programação e configuração da abertura da Porta Mitra.	50
Figura 37 - Vista de montante para jusante	52
Figura 38 - Vista de jusante para montante	52
Figura 39 - Entrada na câmara principal - Eclusa 2	53
Figura 40 - Comboio na câmara principal - Eclusa 2.....	53
Figura 41 - Saída do comboio da câmara principal - Eclusa 2.....	54
Figura 42 - Chegada do comboio ao muro guia da jusante - Eclusa 1	54
Figura 43 - Entrada na câmara principal - Eclusa 1	55
Figura 44 - Comboio dentro da câmara principal - Eclusa 1.....	55
Figura 45 - Saída do comboio da câmara principal e término da transposição - Eclusa 1	56
Figura 46 - Chegada do comboio ao muro guia flutuante (montante) - Eclusa 1.....	56
Figura 47 - Entrada na câmara principal - Eclusa 1	57
Figura 48 - Esvaziamento da câmara principal - Eclusa 1	57
Figura 49 - Saída do comboio - Eclusa 1.....	58
Figura 50 - Chegada do comboio na câmara principal - Eclusa 2.....	58
Figura 51 - Comboio dentro da câmara principal - Eclusa 2.....	58
Figura 52 - Saída do comboio da câmara principal e término da transposição - Eclusa 2.....	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivos:	17
1.1.1. Objetivo Geral	17
1.1.2. Objetivos Específicos	17
2. METODOLOGIA	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1. Eclusas	21
3.1.1. Eclusa 1.....	16
3.1.2. Eclusa 2.....	18
3.1.3. Canal intermediário	21
4. SISTEMAS E SUBSISTEMAS	24
4.1. Sistemas Principais	25
4.1.1. Porta Mitra.....	25
4.1.1.1. Relatório de Hierarquia	28
4.1.2. Porta Guilhotina.....	29
4.1.2.1. Relatório de Hierarquia	31
4.1.3. Comporta de Enchimento	32
4.1.3.1. Relatório de Hierarquia	34
4.1.4. Comporta de Esvaziamento	35
4.1.4.1. Relatório de Hierarquia	37
4.2. Sistemas Auxiliares.....	38
4.2.1. Sistema de Energia	38
4.2.2. Sistema de Automação e Supervisão.....	40
4.2.3. Sistema de CFTV e Alta Voz	41
4.2.4. Sistema de Combate a Incêndio.....	42
4.2.5. Sistema de Esgotamento e Drenagem	43

4.2.6. Sistema de Ar Comprimido	43
4.2.7. Sistema de Ventilação	44
5. MEDIDAS DE SEGURANÇA	46
5.1. Inspeções Técnicas e Diagnóstico de Sistemas.	47
5.2. Manutenções Elétricas Corretivas e Preventivas.	48
6. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DAS ECLUSAS DE TUCURUÍ	51
7. CONCLUSÃO	60
8. REFERÊNCIAS	62
ANEXO A – HIERARQUIA DA PORTA MITRA DA ECLUSA 1 NO SISTEMA SIGMA.	64
ANEXO B – HIERARQUIA DA PORTA MITRA DA ECLUSA 2 NO SISTEMA SIGMA.	65
ANEXO C – HIERARQUIA DA PORTA GUILHOTINA DA ECLUSA 1 NO SISTEMA SIGMA.....	66
ANEXO D – HIERARQUIA DA PORTA GUILHOTINA DA ECLUSA 2 NO SISTEMA SIGMA.....	67
ANEXO E – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ENCHIMENTO DA ECLUSA 1 NO SISTEMA SIGMA.....	68
ANEXO F – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ENCHIMENTO DA ECLUSA 2 NO SISTEMA SIGMA.....	69
ANEXO G – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ESVAZIAMENTO DA ECLUSA 1 NO SISTEMA SIGMA.....	70
ANEXO H – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ESVAZIAMENTO DA ECLUSA 2 NO SISTEMA SIGMA.....	71

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema a Análise Operacional das Transposições na Eclusa de Tucuruí-PA, com foco na identificação e compreensão dos sistemas e subsistemas envolvidos no processo. A operação de uma eclusa demanda integração precisa entre estruturas mecânicas, hidráulicas, elétricas e de automação, de modo a garantir que a transposição de embarcações seja realizada com segurança e eficiência. No entanto, a complexidade desse processo levanta questões sobre a forma como esses sistemas interagem, a eficiência operacional e as medidas de segurança adotadas (TUCCI, 2019).

O problema de pesquisa que norteia este estudo é como ocorre a interação entre os sistemas e subsistemas da Eclusa de Tucuruí durante a operação de transposição de embarcações, e de que forma essa integração influencia na eficiência e segurança do processo.

Como hipótese, considera-se que a integração adequada entre os sistemas e subsistemas, aliada a procedimentos operacionais padronizados e à aplicação de medidas de segurança consistentes, contribui significativamente para a eficiência e confiabilidade das operações (PORTO, 2006).

A relevância deste trabalho se manifesta tanto para a sociedade quanto para a comunidade científica. Para a sociedade, especialmente a comunidade ribeirinha e o setor de transporte fluvial, o estudo permite compreender e valorizar a importância da Eclusa de Tucuruí para a logística e economia da região. Para a área acadêmica e técnica, a pesquisa oferece subsídios para estudos futuros sobre a otimização de processos em estruturas hidráulicas complexas.

A Eclusa de Tucuruí, inaugurada em 2010, representa uma das mais importantes obras de infraestrutura hidroviária da Amazônia. Sua função principal é permitir a integração entre diferentes trechos navegáveis do rio Tocantins, superando o desnível gerado pela barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Dessa forma, ela desempenha papel estratégico na circulação de bens e pessoas, fortalecendo o transporte fluvial como alternativa sustentável e economicamente viável frente ao modal rodoviário (BRASIL, 2010; SOUZA; RIBEIRO, 2016).

Além de seu impacto econômico, a operação da eclusa envolve também aspectos sociais e ambientais. A estrutura possibilita não apenas o escoamento de grãos, minérios e insumos

industriais, mas também o transporte de embarcações de pequeno porte que atendem às comunidades locais. Ao mesmo tempo, a operação precisa conciliar segurança, preservação ambiental e eficiência, uma vez que falhas ou atrasos podem comprometer a navegabilidade e afetar diretamente a população que depende desse sistema (COSTA; SILVA, 2018; GONÇALVES, 2020).

Dessa forma, compreender a dinâmica operacional da Eclusa de Tucuruí, com ênfase na interação entre seus sistemas e subsistemas, torna-se fundamental para identificar oportunidades de melhorias e aperfeiçoamentos. A análise proposta neste trabalho busca, portanto, não apenas mapear e descrever os elementos técnicos envolvidos, mas também discutir os desafios de integração e os mecanismos que asseguram a confiabilidade das operações de transposição (CARVALHO et al., 2017; MARTINS; OLIVEIRA, 2021).

1.1. Objetivos:

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar o processo de transposição de embarcações na Eclusa de Tucuruí, identificando as funções e as interações entre seus sistemas e subsistemas.

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Mapear os principais sistemas e subsistemas que compõem a Eclusa de Tucuruí.
2. Descrever a função de cada sistema e subsistema no processo de transposição.
3. Analisar o fluxo operacional nos dias de transposição, desde a chegada até a saída da embarcação.
4. Avaliar as medidas de segurança aplicadas durante a operação.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: inicia-se com o referencial teórico, abordando conceitos sobre eclusas e sistemas eletromecânicos da transposição. Em seguida, descrevem-se os sistemas e subsistemas das Eclusas de Tucuruí, detalhando suas funções. Após estas fundamentações, analisa-se os procedimentos operacionais, desde a chegada da embarcação até sua saída. É então feita a avaliação das medidas de segurança aplicadas durante as operações. Por fim, são apresentadas as conclusões, destacando os resultados importantes e sugestões para melhorias operacionais.

2. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é classificada como pesquisa aplicada, uma vez que busca compreender e propor análises diretamente relacionadas ao funcionamento da Eclusa de Tucuruí-PA, com o objetivo de contribuir para a melhoria da eficiência e da segurança operacional do sistema de transposição.

A elaboração fundamentou-se na combinação de observação direta, análise documental e contato com profissionais envolvidos no processo de operação e manutenção das Eclusas de Tucuruí, garantindo uma visão abrangente tanto do ponto de vista técnico quanto prático.

A metodologia adotada combina abordagens qualitativas e descritivas, caracterizando-se como pesquisa aplicada. Inicialmente, foram realizadas observações presenciais in loco, durante as quais foram acompanhados ciclos completos de eclusagem, desde a entrada da embarcação no canal de montante até sua saída no canal de jusante. Nessas observações foram coletados dados referentes ao tempo médio de enchimento e esvaziamento da câmara, bem como os intervalos de abertura e fechamento das portas mitras e guilhotinas. Além do registro fotográfico, foram utilizadas anotações técnicas e cronometragens para estabelecer parâmetros comparativos entre as duas estruturas.

Complementarmente, procedeu-se à análise de documentos técnicos fornecidos pela Eletronorte, pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e pelo consórcio R. Peotta - Prograia, que atua na manutenção eletromecânica da usina. Esses documentos incluíram relatórios de operação, planos de manutenção e registros de ocorrências de falhas, os quais foram confrontados com as informações obtidas em campo.

Além disso, foram realizadas entrevistas informais e semiestruturadas com engenheiros, operadores e técnicos de manutenção, de forma a captar a percepção prática dos profissionais que atuam diariamente no sistema. Essas entrevistas possibilitaram identificar gargalos operacionais, modos de falha recorrentes e estratégias de mitigação adotadas na rotina da operação.

O período de acompanhamento compreendeu os meses de março a agosto de 2025, totalizando diversas manutenções e observação dos ciclos completos de transposição de desnível, com ênfase em duas eclusagem. A Tabela 1 sintetiza os principais registros realizados.

Tabela 1 – Observações de campo realizadas

	Início	Fim			
16/07/25	09:15	11:45	2h31	Empurrador Maria Fernanda	1
24/07/25	09:07	11:42	2h35	Empurrador Maria Fernanda	1

Fonte: Autoria própria (2025).

O conjunto metodológico permitiu não apenas descrever os sistemas envolvidos na eclusagem, mas também realizar uma análise crítica baseada em métricas objetivas de desempenho. A triangulação entre **dados empíricos, documentos técnicos e relatos de profissionais** aumentou a confiabilidade da pesquisa, reduzindo o risco de vieses decorrentes da dependência exclusiva de relatórios internos.

Cabe destacar que a metodologia adotada não se limitou à descrição das etapas de observação, mas buscou integrar parâmetros técnicos (tempos médios de operação, pesos das estruturas móveis, vazões médias de enchimento e esvaziamento) com análises de confiabilidade (identificação de falhas potenciais e avaliação de risco), garantindo maior robustez à investigação.

Quanto aos objetivos da pesquisa, o estudo apresenta caráter exploratório e descritivo. É exploratório, pois busca aprofundar o entendimento sobre a interação entre os diversos sistemas e subsistemas da eclusa, identificando oportunidades de melhorias e aperfeiçoamento nos processos operacionais. É descritivo, pois apresenta detalhadamente as características técnicas, funções, interações entre os componentes e procedimentos operacionais implementados, fornecendo uma visão abrangente do funcionamento da eclusa e de seu impacto na navegação e no transporte hidroviário regional.

Adicionalmente, o estudo considera os aspectos de segurança, eficiência e sustentabilidade, analisando como as operações podem ser otimizadas sem comprometer a integridade da infraestrutura ou o meio ambiente, contribuindo assim para a gestão eficaz de sistemas de transposição em grandes barragens.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

As eclusas são estruturas essenciais para viabilizar a navegação em rios com variações de nível, permitindo a transposição segura de embarcações entre trechos com desníveis acentuados. No Brasil, desempenham papel estratégico no desenvolvimento econômico e na integração logística, especialmente em regiões em que o transporte hidroviário é relevante para o escoamento da produção e mobilidade regional.

A Eclusa de Tucuruí, localizada no rio Tocantins, no estado do Pará, integra o Sistema de Transposição de Desnível associado à Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Essa infraestrutura permite a navegação entre os trechos a montante e a jusante da barragem, superando o desnível de 69 metros criado pela construção da usina. O histórico de sua construção é marcado por diferentes fases, que refletem tanto desafios técnicos quanto conjunturas políticas e econômicas (NOGUEIRA; LIMA, 2011).

A primeira fase (1981–1989) teve início com a construção da Eclusa 1, considerada obra obrigatória para viabilizar o barramento do rio e o enchimento do reservatório. Até 1984, as obras avançaram de forma satisfatória, mas, a partir deste ano, sofreram desacelerações, culminando na paralisação total em 1989 (NOGUEIRA; LIMA, 2011).

Na segunda fase (1997–2004), houve a atualização do Projeto Básico em 1997, etapa necessária para a retomada e conclusão das eclusas. Em 1998, foi firmado o Contrato nº 009/98-MT para reiniciar os trabalhos. No entanto, a partir de 2004, as obras civis voltaram a desacelerar, sendo novamente interrompidas em 2005 (NOGUEIRA; LIMA, 2011).

A terceira e última fase (2006–2011) iniciou-se com a emissão da Ordem de Serviço nº 01/2007, retomando efetivamente as obras em 2 de abril de 2007, com previsão de operação para 30 de junho de 2010. Finalmente, em 30 de novembro de 2010, o Sistema de Transposição de Desnível foi inaugurado, marcando um importante avanço para a navegação no rio Tocantins (NOGUEIRA; LIMA, 2011).

Com a conclusão da Eclusa de Tucuruí, a integração hidroviária da região foi significativamente ampliada, possibilitando maior fluxo de cargas e contribuindo para o desenvolvimento regional. Essa obra representa não apenas um marco de engenharia, mas também um estudo de caso relevante para a análise da interação entre sistemas e subsistemas em operações de transposição de embarcações.

As instalações são operadas e mantidas por equipes técnicas especializadas, sob a gestão do Consórcio R. Peotta - Progaia, com atuação em manutenção preventiva, corretiva e inspeções programadas. As figuras 1 e 2 apresentam a identidade visual da empresa, que é representada pelo logotipo oficial das empresas do consórcio.

Figura 1 - Identidade visual da empresa R. PEOTTA



Fonte: R. PEOTTA (2025).

Figura 2 - Identidade visual da empresa Progaia



Fonte: PROGAIA (2025).

3.1. Eclusas

O sistema de transposição de desnível é composto por duas eclusas, cada uma com 210 metros de comprimento, 48,50 metros de altura e 33 metros de largura, interligadas por um canal intermediário de 5,55 quilômetros, alinhados segundo um eixo de navegação, o qual viabiliza a realização de manobras e cruzamentos de comboios e embarcações. Na figura 3, pode ser observado o conjunto das eclusas, que inicia no reservatório da Usina de Tucuruí com a Eclusa 1, interligada pelo canal intermediário, e termina com a Eclusa 2 (R. PEOTTA, DNIT 2023a).

Figura 3 - Arranjo geral do sistema de transposição



Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

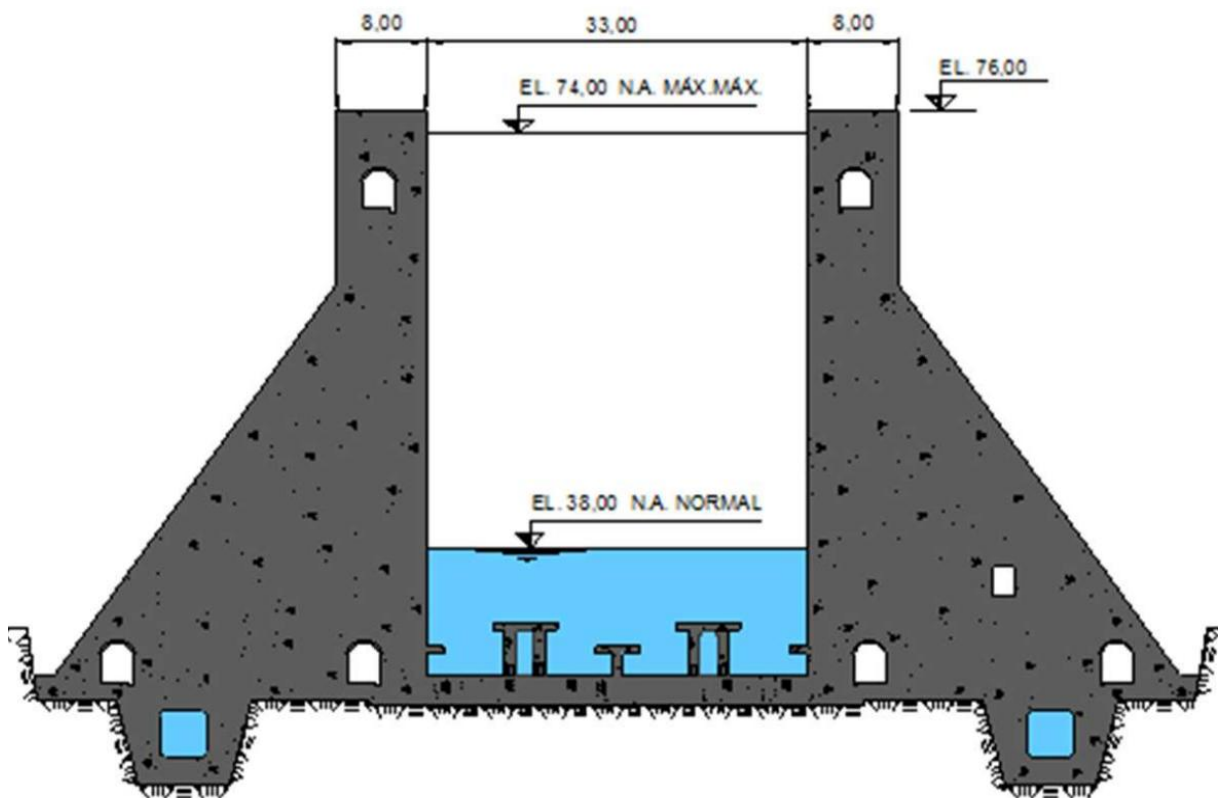
Por meio da eclusa, é possível ligar o porto de Belém (PA) à região do Alto Araguaia em uma extensão de mais de 2 mil quilômetros de navegação até Marabá (PA) (R. PEOTTA, DNIT, 2023b).

3.1.1. Eclusa 1

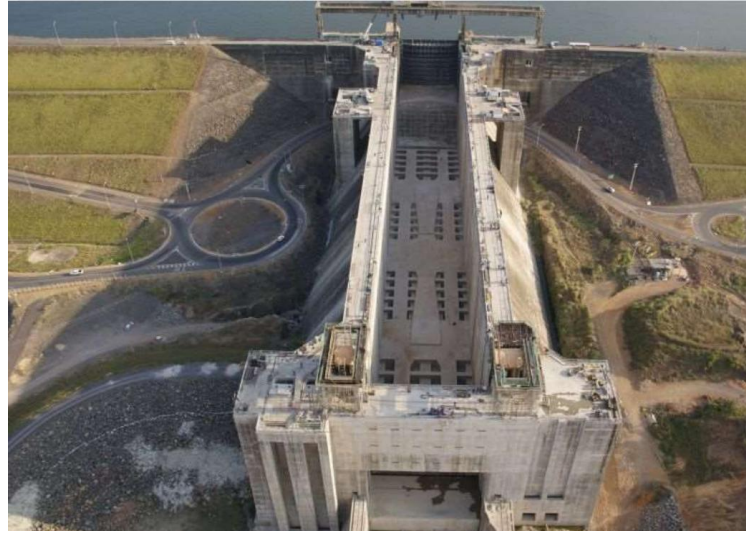
A Eclusa 1 é responsável pela transposição, recebendo embarcações que chegam pelo nível superior do rio (montante) e conduzindo-as até um nível intermediário (jusante). A estrutura foi projetada para suportar a pressão de maior desnível inicial, sendo equipada com sistemas robustos, comportas de maior porte e mecanismos de enchimento/esvaziamento com maior capacidade volumétrica.

A figura 4(a) apresenta o corte esquemático da Eclusa 1, evidenciando os níveis máximos de água e seus limites de operação. Na figura 4(b), observa-se uma fotografia registrada logo após a conclusão da construção da estrutura. Já a figura 4(c) ilustra a eclusa em pleno funcionamento.

Figura 4 - Estrutura da Eclusa 1



(a)



(b)

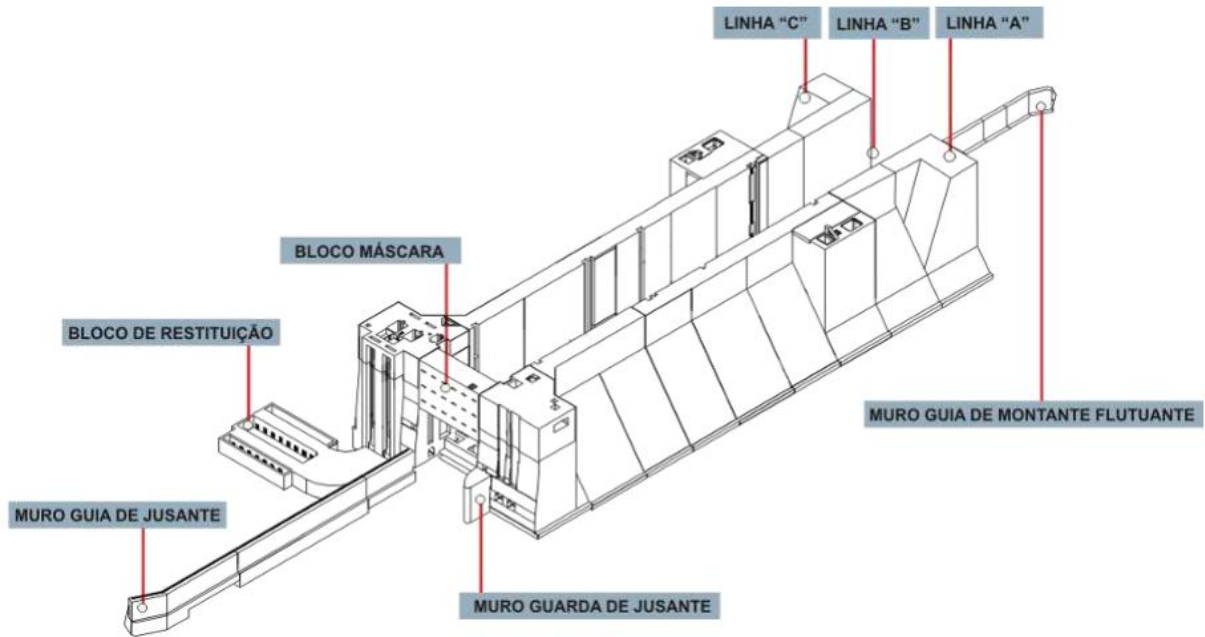


(c)

Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

Na figura 5, é possível observar o arranjo e algumas divisões da estrutura, com nomenclatura determinada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, definida pelas linhas A, B e C, o que facilita a identificação dos sistemas e subsistemas. Também é possível visualizar o muro-guia, utilizado para que as embarcações e comboios possam ancorar e aguardar autorização para acessar a câmara principal, e o muro-guarda, que serve de apoio ao capitão durante a entrada ou saída da câmara principal. Além disso, pode-se notar o bloco de restituição/esvaziamento, responsável pela saída da água da câmara.

Figura 5 - Perspectiva e arranjo das principais estruturas da Eclusa 1



Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

3.1.2. Eclusa 2

A Eclusa 2 executa a segunda etapa, levando as embarcações do nível do rio Tocantins (jusante) até o nível do reservatório (montante). Embora semelhante em funcionamento, essa eclusa enfrenta menor diferença de nível em relação à Eclusa 1, o que permite a utilização de câmaras com características ligeiramente distintas e sistemas dimensionados para um volume de água reduzido em relação à primeira.

A figura 6 apresenta a Eclusa 2 sob diferentes perspectivas: o corte esquemático mostrado na figura 6(a) retrata a eclusa após a conclusão da construção, destacando suas características estruturais; a figura 6(b) ilustra a eclusa em funcionamento, permitindo a visualização de seu desempenho operacional; e a figura 6(c) evidencia o nível máximo de água e os limites de operação da estrutura.

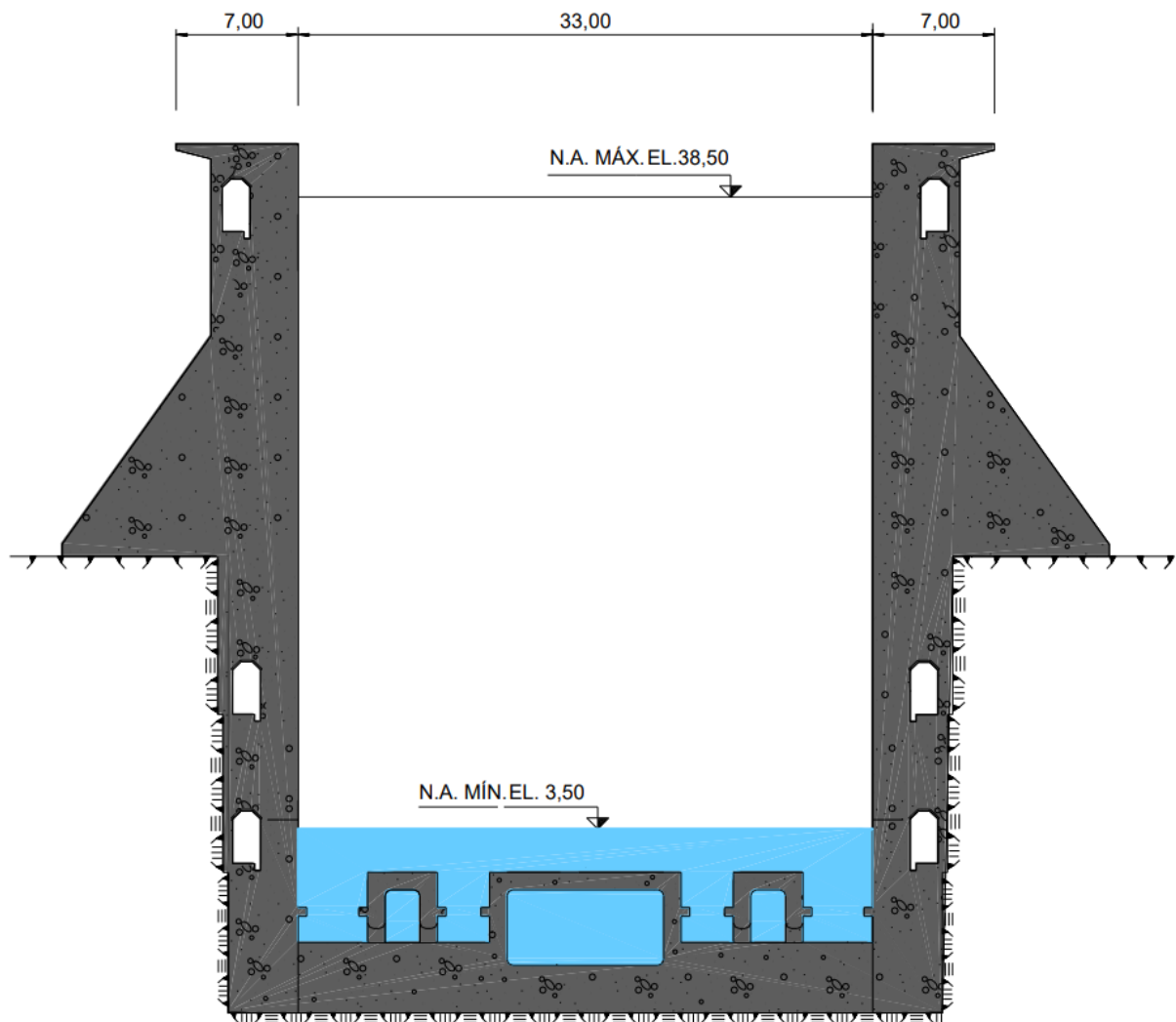
Figura 6 - Estrutura da Eclusa 2



(a)



(b)

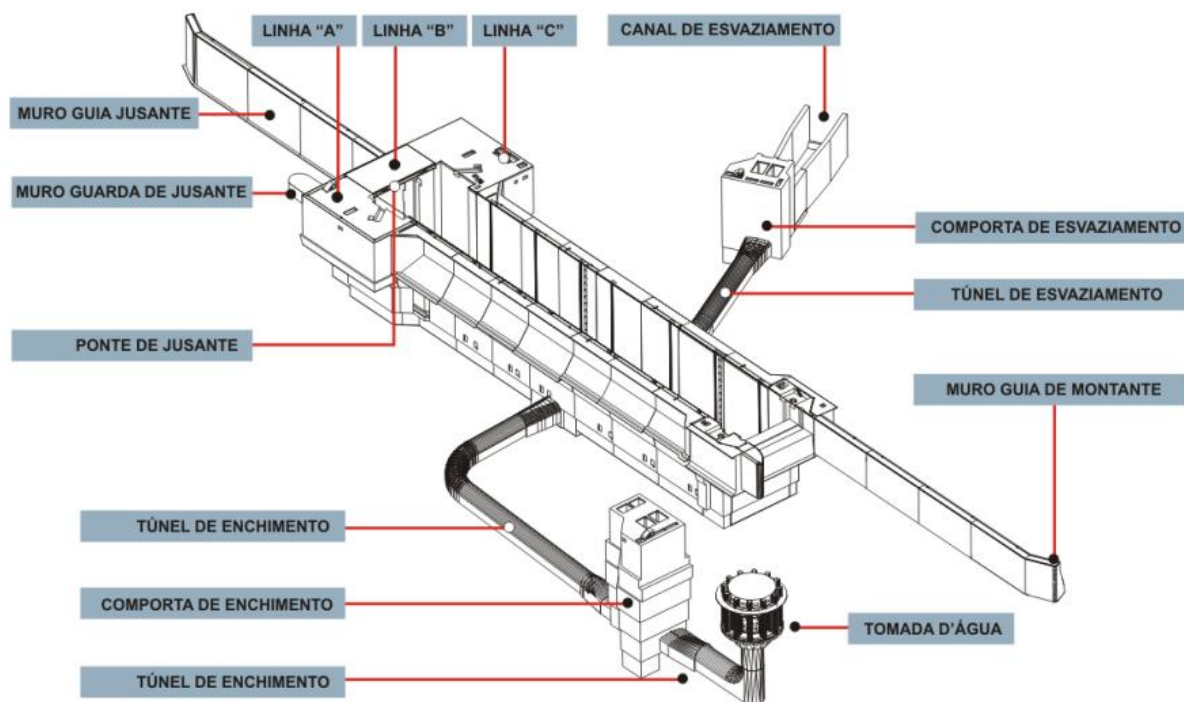


(c)

Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

Assim como na Eclusa 1, observa-se na figura 7, o arranjo e algumas divisões da estrutura da Eclusa 2, com nomenclatura determinada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, definida pelas linhas A, B e C, o que facilita a identificação dos sistemas e subsistemas.

Figura 7 – Perspectiva e arranjo das principais estruturas da Eclusa 2



Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

3.1.3. Canal intermediário

Entre a Eclusa 1 e a Eclusa 2 encontra-se o canal intermediário, com aproximadamente 5,5 km de extensão. Esse canal funciona como uma conexão, permitindo que as embarcações se desloquem de forma controlada entre as duas câmaras de transposição. Além de oferecer espaço para manobras, o canal garante o alinhamento e a fluidez da navegação, reduzindo riscos durante o percurso.

Para proteger esse canal e manter o nível adequado da água, foram construídos diques laterais, que são grandes barreiras de contenção. Esses diques têm a função de estabilizar o fluxo, conter a água e evitar erosões, assegurando que a estrutura permaneça íntegra ao longo do tempo. Em termos simples, o canal intermediário é como uma conexão de ligação entre as eclusas, enquanto os diques funcionam como paredes de segurança que mantêm o trajeto estável e protegido.

Na figura 8(a), observa-se o canal intermediário, no qual se destacam o dique, que atua como barreira de contenção da água, e o vertedouro, responsável por manter o nível do canal. Já na figura 8(b), apresenta-se a vazão permitida pelo vertedouro.

Figura 8 - Canal intermediário



(a)



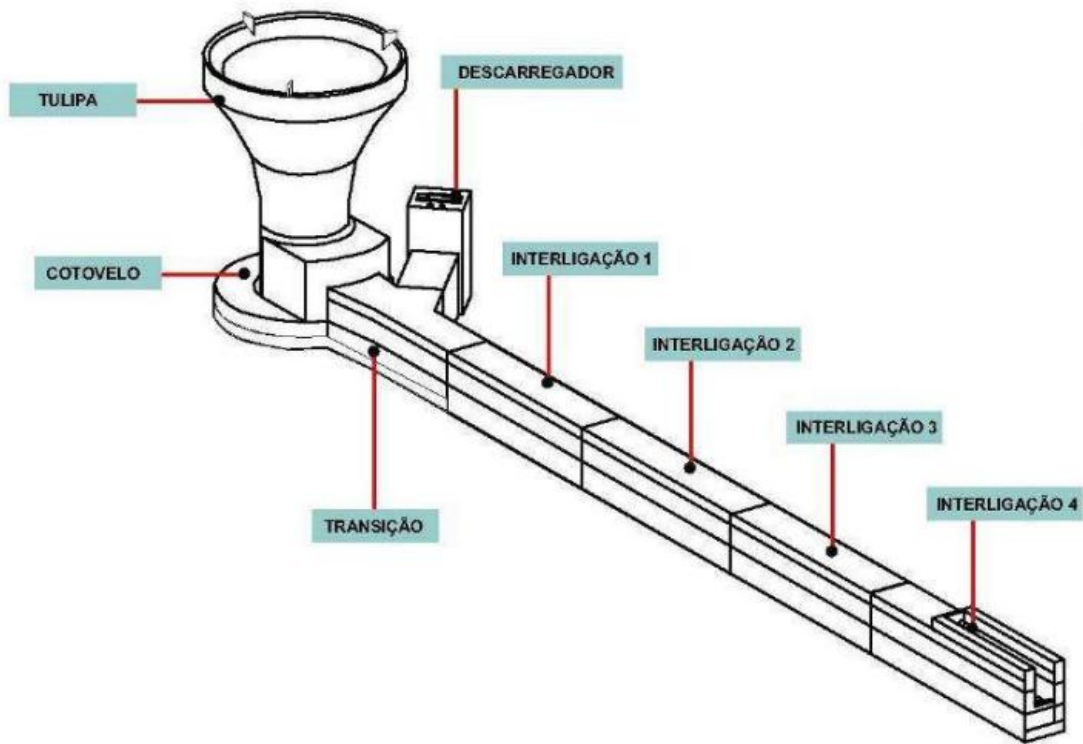
(b)

Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

O vertedouro em formato de tulipa é uma estrutura utilizada para auxiliar no controle do nível de um reservatório, escoando o excesso de água quando este se encontra elevado. A água que passa pelo vertedouro não gera energia, sendo devolvida ao leito do rio sem passar pelas turbinas (ELETROBRAS). Essa estrutura é essencial para o controle do nível do reservatório e para a preservação das eclusas.

Na figura 9(a), verifica-se o arranjo e algumas divisões da estrutura do vertedouro, com nomenclatura determinada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, enquanto a figura 9(b) mostra a eclusa após a conclusão da construção.

Figura 9 - Vertedouro



(a)



(b)

Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

As diferenças estruturais e operacionais influenciam diretamente o dimensionamento e a manutenção dos sistemas e subsistemas, além de afetarem o tempo total de transposição e as estratégias de operação adotadas pela equipe técnica.

4. SISTEMAS E SUBSISTEMAS

A Eclusa de Tucuruí, localizada no rio Tocantins e integrante do Complexo Hidrelétrico de Tucuruí, exerce papel estratégico na navegação da região Norte do Brasil, pois possibilita a transposição da barragem pelas embarcações e assegura a continuidade da hidrovia Araguaia–Tocantins. Para que sua operação seja eficiente e segura, a eclusa conta com um conjunto de sistemas e subsistemas projetados para trabalhar de forma integrada (R. PEOTTA, DNIT 2025c).

Os sistemas principais estão diretamente ligados ao processo de transposição de desnível. Entre eles, destacam-se:

- Porta Mitra, utilizada nas extremidades da câmara para vedação contra a pressão da água;
- Porta Guilhotina, com movimento vertical, aplicada em situações de manutenção e isolamento de trechos da estrutura;
- Comporta de Enchimento, responsável pelo controle da entrada de água da montante para a câmara;
- Comporta de Esvaziamento, responsável pelo controle da saída de água da câmara para jusante.

Esses componentes são essenciais para permitir o enchimento e esvaziamento controlado da câmara, garantindo a subida e descida seguras das embarcações. Por sua vez, os sistemas auxiliares dão suporte à operação, aumentando a confiabilidade e a segurança do empreendimento. Entre eles, destacam-se:

- Sistema de energia, que inclui subestação, geradores de apoio e iluminação;
- Sistema de automação e supervisão, com sensores, Controlador lógico programável e supervisórios;
- Sistema de Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e alta voz, para monitoramento visual e comunicação operacional;
- Sistema de combate a incêndio, com hidrantes, extintores e bombas dedicadas;
- Sistema de esgotamento e drenagem, que remove águas pluviais ou de infiltração;

- Sistema de ar comprimido, que alimenta acionamentos pneumáticos e ferramentas;
- Sistema de ventilação, responsável pela renovação de ar em galerias e áreas técnicas.

Além disso, a eclusa é equipada com sistemas de apoio e segurança, incluindo iluminação de emergência, monitoramento estrutural, passarelas de escape e mecanismos de parada emergencial. Esses recursos complementares asseguram condições adequadas para a operação contínua, em diferentes turnos e sob variadas condições climáticas.

Dessa forma, a Eclusa de Tucuruí configura-se como uma infraestrutura de elevada complexidade tecnológica, cujo desempenho decorre da integração entre os sistemas principais e auxiliares. Essa sinergia garante não apenas a navegabilidade, mas também contribui de maneira significativa para o desenvolvimento logístico e econômico da região Norte e do país.

4.1. Sistemas Principais

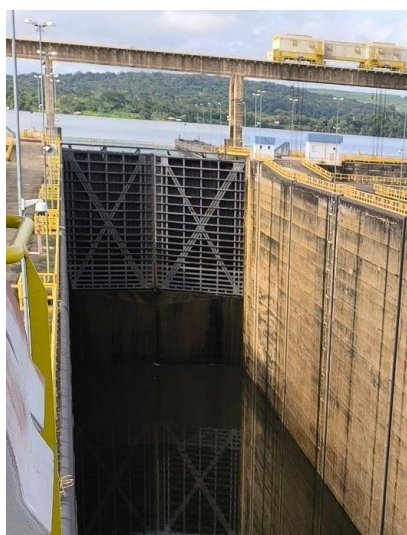
Os sistemas principais da Eclusa de Tucuruí são responsáveis diretos pelo processo de transposição do desnível de aproximadamente 69 metros entre o rio Tocantins, a jusante, e o reservatório da usina, a montante. Sem esses sistemas, o enchimento e esvaziamento da câmara da eclusa — essência do funcionamento da estrutura — não seria possível.

4.1.1. Porta Mitra

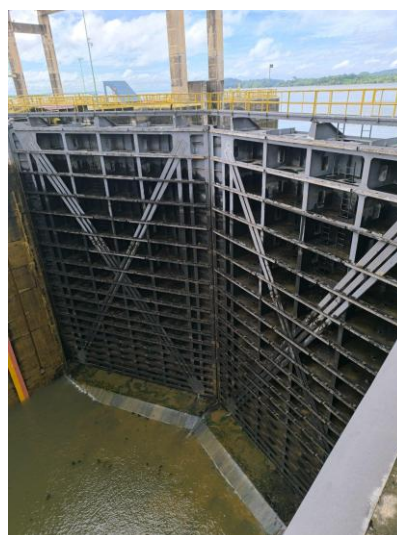
A Porta Mitra é um dos elementos mais importantes da eclusa. Instaladas nas extremidades da câmara, pesando 875 toneladas (Eclusa 1) e 1.862 toneladas (Eclusa 2), sua função é vedar a passagem da água, criando uma barreira sólida capaz de suportar grandes pressões hidráulicas. Seu formato em “V” invertido proporciona resistência estrutural e estabilidade durante o processo de enchimento e esvaziamento (R. PEOTTA, DNIT 2022).

Na figura 10, é apresentada a fotografia da Porta Mitra da Eclusa 1. Nas figuras 10(a) e 10(b), as folhas da porta encontram-se fechadas, enquanto a figura 10(c) mostra a Porta Mitra em processo de abertura, com a câmara principal já cheia.

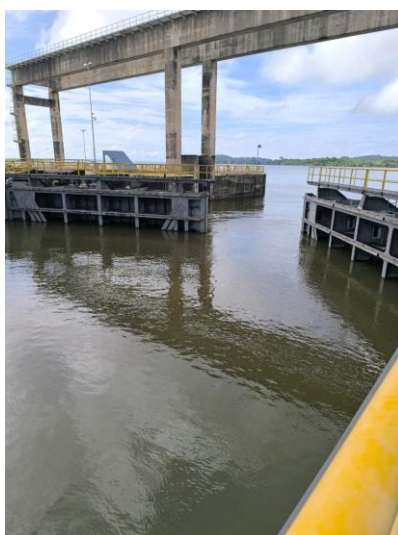
Figura 10 - Porta Mitra da Eclusa 1



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autoria própria (2025).

Na figura 11, observa-se a fotografia da Porta Mitra da Eclusa 2. Na figura 11(a), a câmara principal está vazia, com a Porta Mitra em processo de abertura, enquanto a figura 11(b) mostra o lado externo da Eclusa 2.

Figura 11 - Porta Mitra da Eclusa 2



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2025).

A central hidráulica das Eclusas de Tucuruí constitui o núcleo responsável pelo acionamento e controle dos sistemas mecânicos que garantem o funcionamento da estrutura de transposição (R. PEOTTA, DNIT 2025b). Por meio dela, são operados os mecanismos de abertura e fechamento das Portas Mitra e comportas de enchimento e esvaziamento, assegurando o ciclo completo de navegação. Essa central integra bombas hidráulicas, reservatórios de óleo pressurizado, válvulas direcionais e blocos de comando, além de um conjunto de tubulações e atuadores que transmitem a força hidráulica aos equipamentos, conforme ilustrada na figura 12.

Figura 12 - Central hidráulica



Fonte: Autoria própria (2025).

Esse tipo de porta é amplamente utilizado em eclusas de grande porte devido à sua elevada confiabilidade, resistência estrutural e capacidade de suportar grandes diferenças de nível de água. Além disso, sua operação é relativamente simples e segura, o que contribui para a eficiência e a continuidade do ciclo de transposição de embarcações.

4.1.1.1. Relatório de Hierarquia

O relatório expõe a organização hierárquica de dispositivos e subsistemas ligados à Porta Mitra das Eclusas de Tucuruí, estruturada no Sistema Gerencial de Manutenção Sigma. Essa estrutura hierárquica possibilita a especificação técnica de cada elemento, tornando mais fácil o gerenciamento da manutenção preventiva e corretiva (R. PEOTTA, DNIT 2025b).

Em termos gerais, o sistema é formado por máquinas, painéis, sensores, instrumentos e infraestrutura civil, sendo que cada um desses componentes é subdividido em elementos específicos.

Essa hierarquia, como um todo, destaca a complexidade do sistema da Porta Mitra, que combina componentes mecânicos, hidráulicos, elétricos e de automação, garantindo a confiabilidade do processo de transposição na Eclusa de Tucuruí.

Os relatórios de hierarquias encontram-se nos Anexos A e B.

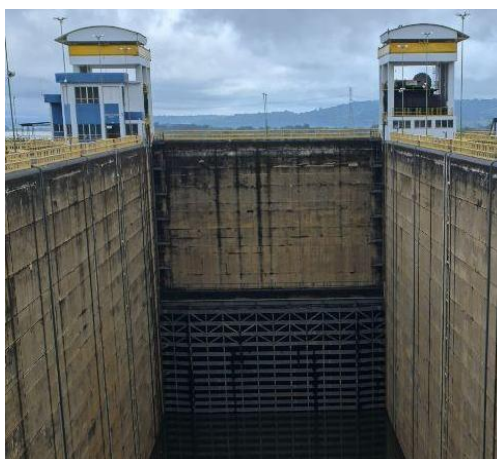
4.1.2. Porta Guilhotina

A Porta guilhotina complementa o sistema de vedação, atuando principalmente em situações de manutenção ou emergência. Diferente da Porta Mitra, a guilhotina possui movimento vertical, deslizando para cima ou para baixo, pesando 3.413 toneladas (Eclusa 1) e 405 toneladas (Eclusa 2). Quando fechada, ela isola determinados trechos do sistema, permitindo reparos ou inspeções de forma segura (R. PEOTTA, DNIT 2023a).

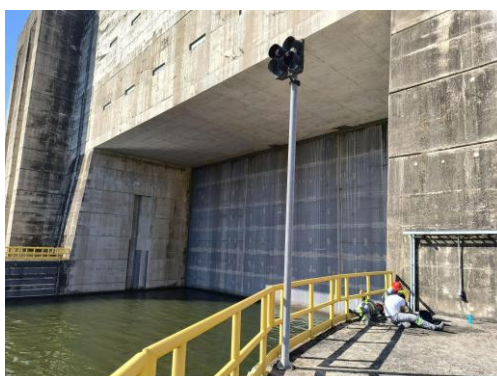
Essa porta é fundamental para garantir a continuidade das operações, pois possibilita a paralisação parcial da eclusa sem comprometer toda a estrutura. Além disso, em situações críticas, como a necessidade de intervenção rápida em áreas internas, a Porta Guilhotina se torna um recurso indispensável.

Na figura 13, é ilustrada a Porta Guilhotina da Eclusa 1. Nas figuras 13(a) e 13(b) são mostradas, respectivamente, a vista interna e externa da porta, enquanto a figura 13(c) apresenta em processo de abertura.

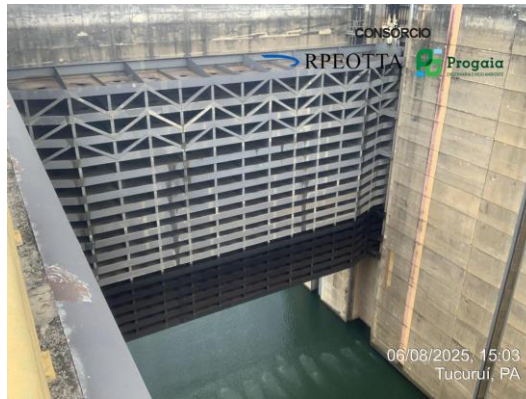
Figura 13 - Porta Guilhotina da Eclusa 1



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autoria própria (2025).

Nas figuras 14(a) e 14(b) são apresentadas fotografias da Porta Guilhotina da Eclusa 2, mostrando diferentes perspectivas da estrutura. Essas imagens permitem visualizar detalhes do mecanismo de vedação, seu movimento vertical e a robustez necessária para o isolamento seguro de trechos do sistema durante operações de manutenção ou situações de emergência.

Figura 14 - Porta Guilhotina da Eclusa 2



(a)



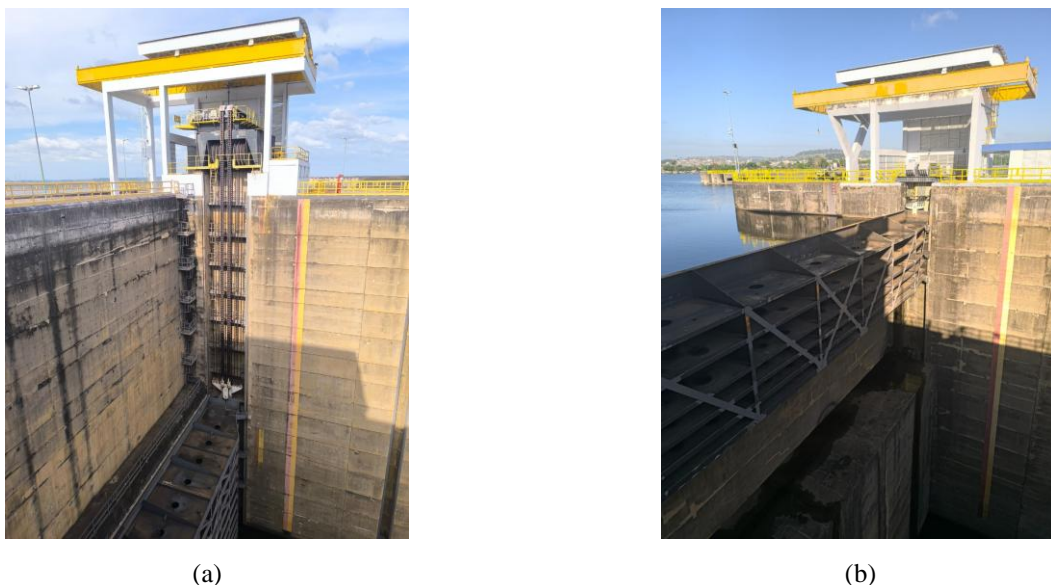
(b)

Fonte: Autoria própria (2025).

O princípio de operação da Porta Guilhotina apresenta diferenças em relação à Porta Mitra. A Porta Guilhotina é movimentada por meio de um conjunto de engrenagens e mecanismos de transmissão mecânica, que convertem o torque aplicado em deslocamento linear da estrutura (R. PEOTTA, DNIT 2025a). Na figura 14, pode-se observar o mecanismo de

movimentação da Porta Guilhotina, em que, na figura 14(a), Eclusa 1, e na figura 14(b), Eclusa 2, pode-se perceber que o sistema da Eclusa 1 é mais robusto devido ao peso da porta.

Figura 15 - Conjunto de engrenagens e mecanismos da Eclusa 1 e 2



Fonte: Autoria própria (2025).

4.1.2.1. Relatório de Hierarquia

O relatório exibe a organização hierárquica de equipamentos e subsistemas ligados à Porta Guilhotina das Eclusas de Tucuruí, estruturada no Sistema Gerencial de Manutenção Sigma. Essa estrutura hierárquica possibilita a descrição detalhada de cada componente, o que simplifica a administração da manutenção preventiva e corretiva (R. PEOTTA, DNIT 2025a).

Em termos gerais, o sistema é formado por componentes de acionamento, estruturas metálicas, sistemas auxiliares, pontes rolantes, painéis elétricos e quadros de força, sendo que cada um desses componentes é dividido em elementos específicos.

A hierarquia da Porta Guilhotina, em conjunto, demonstra sua complexidade eletromecânica, garantindo a confiabilidade no processo de isolamento e transposição das embarcações.

Os relatórios de hierarquia estão disponíveis nos Anexos C e D.

4.1.3. Comporta de Enchimento

A comporta de enchimento é responsável por regular a entrada da água do reservatório (montante) para dentro da câmara. Sua abertura é gradual e controlada, evitando turbulências excessivas que poderiam comprometer a estabilidade das embarcações. O processo de enchimento eleva o nível da água na câmara até igualá-lo ao do montante, permitindo que as embarcações e comboios sigam viagem rio acima (R. PEOTTA, DNIT 2023c).

Na figura 16(a), um registro após a conclusão da construção, na figura 16(b), a tubulação do sistema, na figura 16(c), é exibida uma fotografia do sistema de enchimento pronto para funcionamento.

Figura 16 - Estrutura da comporta de enchimento da Eclusa 2



(a)

(b)



(c)

Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011); Autoria própria (2025).

Esse sistema é equipado com canais subterrâneos e válvulas de controle que distribuem a água de forma uniforme, garantindo segurança durante a operação (R. PEOTTA, DNIT

2023c). Na Eclusa 2, a construção destinada ao alojamento dos sistemas é claramente visível e integrada à estrutura da câmara principal. Essa configuração construtiva permite a integração funcional dos equipamentos auxiliares com a infraestrutura da eclusa, otimizando o espaço físico, facilitando o acesso para manutenção e garantindo maior eficiência no controle dos processos de enchimento e esvaziamento.

Na figura 17, observa-se a central hidráulica, que é responsável pela movimentação das comportas de enchimento.

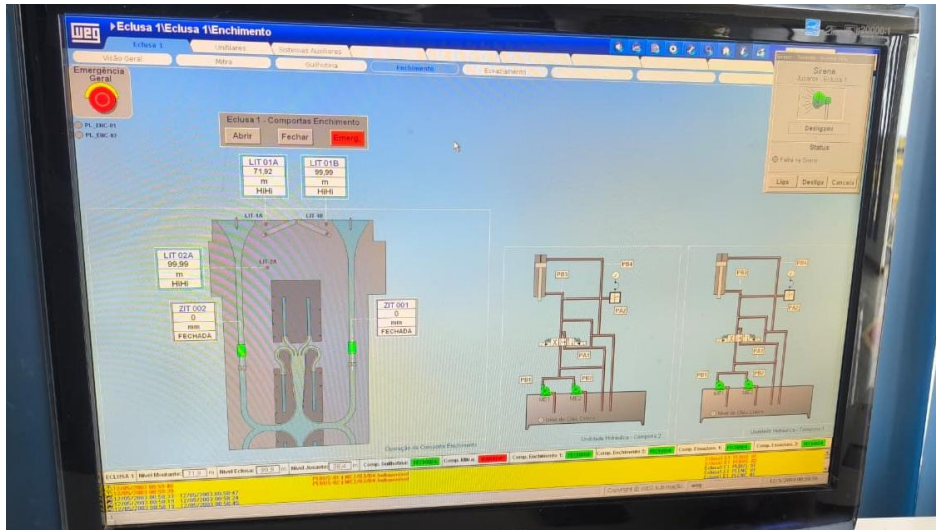
Figura 17 - Central hidráulica



Fonte: Autoria própria (2025).

Na Eclusa 1, a concepção estrutural é diferente da Eclusa 2, pois a maior parte dos sistemas está embutida em galerias internas, ilustradas na figura 18. Essa configuração foi concebida para lidar com o desnível de transposição mais elevado, o que demandou sistemas de bombeamento mais robustos, comportas de maior dimensão e mecanismos de enchimento e esvaziamento com maior capacidade volumétrica.

Figura 18 - Módulo de enchimento da Eclusa 1



Fonte: Autoria própria (2025).

Na figura 19, é demonstrado o sistema em operação, durante uma atividade de enchimento da câmara principal. A imagem evidencia o funcionamento dos mecanismos de controle do nível de água, mostrando como o sistema assegura a transposição segura das embarcações.

Figura 19 - Enchimento da câmara principal da Eclusa 1 e 2



Fonte: Autoria própria (2025)

4.1.3.1. Relatório de Hierarquia

O relatório apresenta a organização hierárquica de equipamentos e subsistemas vinculados à Comporta de Enchimento das Eclusas de Tucuruí, estruturada no Sistema

Gerencial de Manutenção Sigma. Essa hierarquia permite a especificação técnica de cada elemento, facilitando a gestão das atividades de manutenção preventiva e corretiva (R. PEOTTA, DNIT 2023c).

O sistema é composto por centrais hidráulicas redundantes, componentes da comporta, sensores, instrumentos e painéis elétricos, que, em conjunto, possibilitam o enchimento progressivo da câmara. A hierarquia evidencia a sofisticação técnica do sistema de enchimento, que integra componentes hidráulicos, elétricos e de controle, assegurando a confiabilidade e a segurança no aumento do nível da câmara durante o processo de transposição.

Os relatórios de hierarquia são exibidos nos Anexos E e F.

4.1.4. Comporta de Esvaziamento

Os sistemas de esvaziamento das Eclusas 1 e 2 são constituídos basicamente por comportas tipo segmento invertido, servomotores, centrais hidráulicas, painéis elétricos, tubulações e componentes auxiliares. Neste levantamento, as estruturas de blindagem junto às comportas são consideradas pertencentes ao sistema de esvaziamento (R. PEOTTA, DNIT 2023b). A estrutura é ilustrada na figura 20, sendo que a figura 20(a) mostra a estrutura após a conclusão da construção e a figura 20(b) apresenta um registro em funcionamento.

Figura 20 - Estrutura da comporta de esvaziamento da Eclusa 2



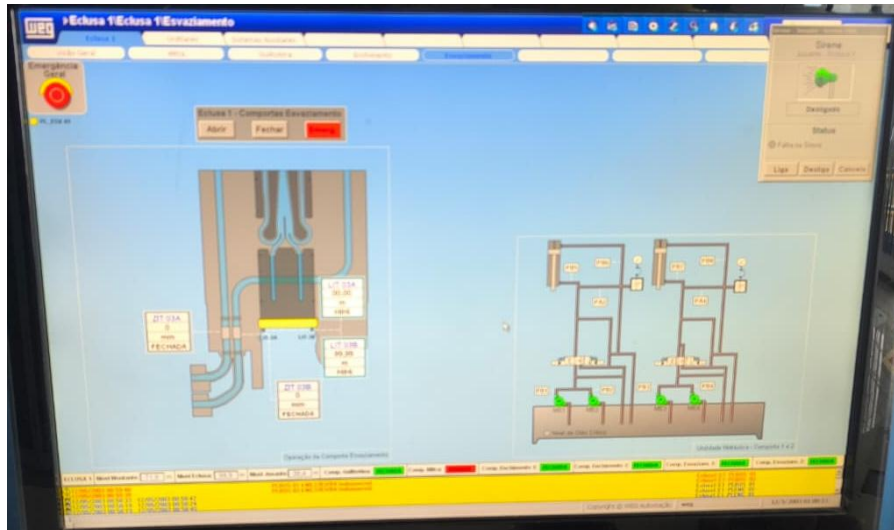
(a)

(b)

Fonte: Autoria própria (2025); NOGUEIRA; LIMA, 2011.

Assim como no sistema de enchimento da Eclusa 1, a maior parte do sistema de esvaziamento está embutida em galerias internas, conforme ilustrado na figura 21.

Figura 21 - Módulo de esvaziamento da Eclusa 1



Fonte: Autoria própria (2025).

As comportas têm a finalidade de regular ou isolar o fluxo de água nos aquedutos durante as manobras de enchimento e de esvaziamento das câmaras das Eclusas. A movimentação dessas ocorre por meio de cilindros de dupla ação que são acoplados diretamente à sua estrutura (R. PEOTTA, DNIT 2023b). Estes são acionados pelo fluido pressurizado proveniente das centrais hidráulicas, ilustrado na figura 22.

Figura 22 - Central hidráulica



Fonte: Autoria própria (2025).

Complementando o ciclo, a comporta de esvaziamento tem a função de liberar a água da câmara em direção ao rio a jusante. Assim como no enchimento, a abertura é controlada para que a descida do nível da água ocorra de forma suave e previsível, exibida na figura 23, sendo a figura 23(a) Eclusa 1 e figura 23(b) Eclusa 2.

Esse processo garante que as embarcações sejam acomodadas no nível inferior do rio, possibilitando a transposição segura no sentido contrário. A confiabilidade desse sistema é fundamental, pois eventuais falhas poderiam causar riscos às embarcações e aos operadores.

O sistema de esvaziamento da Eclusa 1, em questão de visibilidade, é idêntico ao sistema de enchimento.

Figura 23 - Esvaziamento da câmara principal da Eclusa 1 e 2



Fonte: Autoria própria (2025).

4.1.4.1. Relatório de Hierarquia

O relatório apresenta a organização hierárquica da Comporta de Esvaziamento das Eclusas de Tucuruí, conforme registrada no Sistema Sigma. Essa hierarquia detalha os subsistemas essenciais para o controle da saída de água, possibilitando uma manutenção organizada e confiável (R. PEOTTA, DNIT 2023b).

O sistema é composto por centrais hidráulicas, estruturas de comporta, sensores, instrumentos e painéis elétricos, todos subdivididos em equipamentos e acessórios. A hierarquia evidencia a integração dos componentes hidráulicos, elétricos e de automação, garantindo que a câmara de transposição seja esvaziada de maneira controlada.

Os relatórios de hierarquia encontram-se expostos nos Anexos G e H, permitindo a consulta detalhada da organização e da estrutura dos sistemas.

4.2. Sistemas Auxiliares

Os sistemas auxiliares desempenham papel estratégico no suporte às operações da eclusa. Embora não atuem diretamente no enchimento ou esvaziamento da câmara, são indispensáveis para manter a segurança, eficiência e continuidade operacional.

4.2.1. Sistema de Energia

O sistema de energia é responsável por fornecer energia elétrica a toda a instalação, que é composta por uma subestação, geradores de apoio e rede de iluminação. Esse sistema fornece a energia necessária para o funcionamento dos equipamentos principais, sistemas de automação e controle, bombas hidráulicas, rede de iluminação e outros subsistemas de apoio, garantindo a continuidade das operações e a confiabilidade dos processos (R. PEOTTA, DNIT 2024).

A subestação recebe energia de média tensão do sistema elétrico da usina e a converte para níveis apropriados para o consumo interno. A tensão é reduzida para 480 V, por meio de transformadores, valor esse que é usado principalmente para alimentar motores, bombas e equipamentos de grande porte. Além disso, existe a derivação para 220 V, que serve para alimentar circuitos de iluminação, sistemas de automação e outras cargas auxiliares (R. PEOTTA, DNIT 2024). Essa configuração garante uma distribuição segura de energia elétrica, adequada às necessidades operacionais de cada subsistema.

De acordo com a figura 24, a sequência mostra: na figura 24(a), o sistema recebendo a média tensão fornecida pela Equatorial; na figura 24(b), os transformadores, responsáveis por converter a média tensão em baixa tensão; e na figura 24(c), o sistema de distribuição para os setores definidos no projeto.

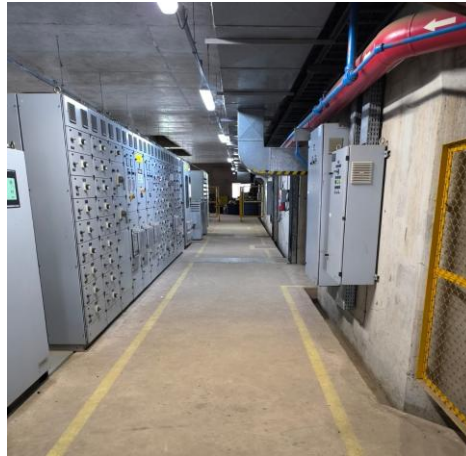
Figura 24 - Subestação da Eclusa 2



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autoria própria (2025).

Na figura 25(a) corresponde à Eclusa 1 e a figura 25(b) à Eclusa 2, evidenciando a presença de geradores de apoio que garantem a redundância no fornecimento de energia. Esse arranjo permite que a eclusa continue operando de forma ininterrupta, mesmo em caso de falha no fornecimento externo. O sistema de emergência é fundamental para a segurança das operações, assegurando o funcionamento contínuo dos equipamentos essenciais e a preservação das estruturas hidráulicas.

Figura 25 - Geradores da Eclusa 1 e 2



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2025).

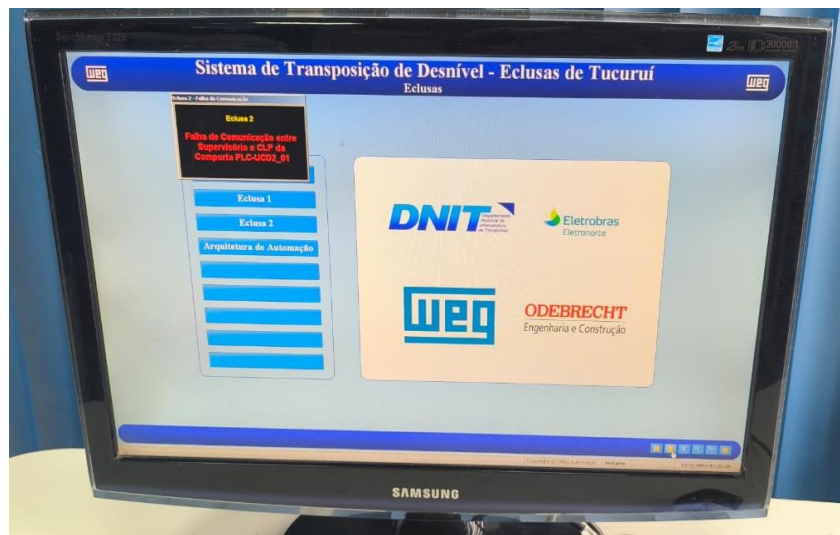
A iluminação é essencial para permitir operações noturnas ou em condições de baixa visibilidade, garantindo a segurança da navegação e o funcionamento eficiente dos sistemas de controle.

4.2.2. Sistema de Automação e Supervisão

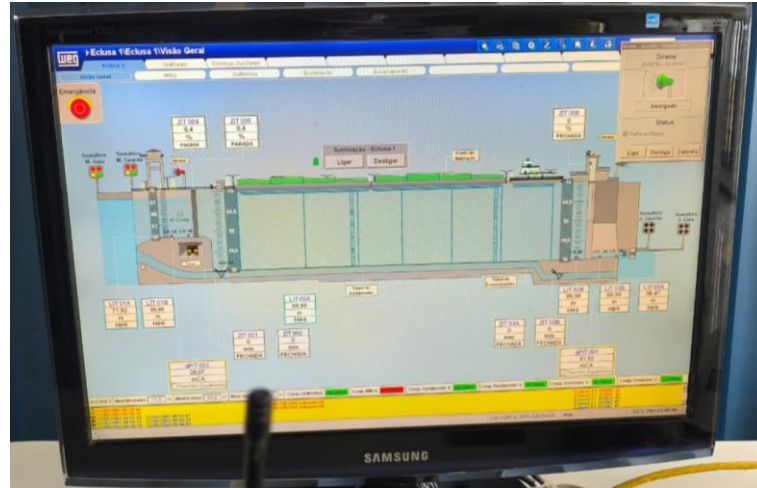
Esse sistema é responsável pelo monitoramento e comando de toda a operação da eclusa. Por meio de sensores de nível, medidores de pressão, Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) e *softwares* supervisórios, é possível acompanhar em tempo real o processo de enchimento e esvaziamento da câmara.

Na figura 26, são exibidas algumas funções do sistema supervisório: a figura 26(a) mostra a tela inicial, a figura 26(b) apresenta a Eclusa 1, e a figura 26(c) permite visualizar ambas as eclusas juntamente com suas principais informações.

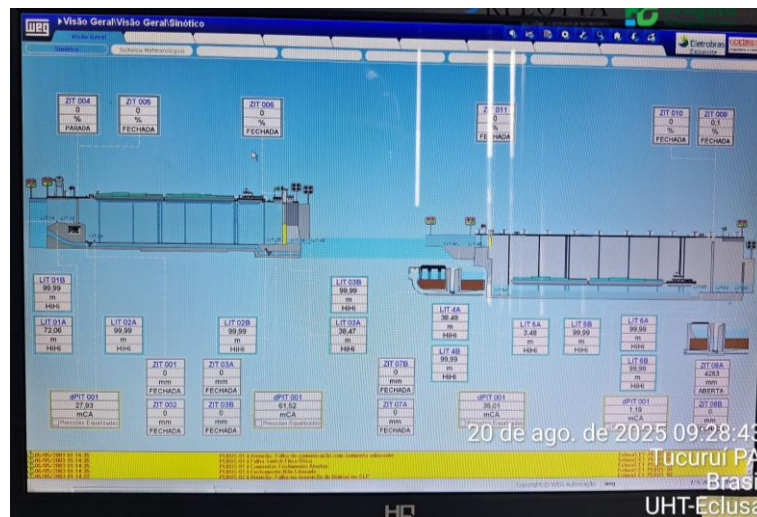
Figura 26 - Sistema supervisório



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autoria própria (2025).

O sistema de automação reduz a intervenção manual e aumenta a confiabilidade operacional. Além disso, armazena registros de funcionamento, o que contribui para análises técnicas, manutenção preventiva e otimização do processo.

4.2.3. Sistema de CFTV e Alta Voz

A vigilância por Câmeras de Circuito Fechado de Televisão (CFTV) permite o acompanhamento visual da estrutura e das embarcações durante a transposição. Associado a isso, o sistema de comunicação por alta voz auxilia no alinhamento das embarcações e na coordenação entre operadores e tripulações, conforme ilustrado na figura 27.

Figura 27 - Sistema de CFTV e Alta Voz



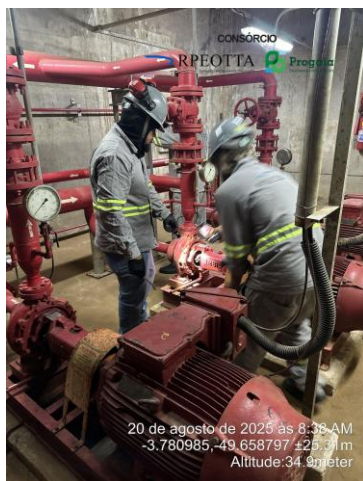
Fonte: Autoria própria (2025).

Esse recurso amplia a segurança operacional, prevenindo acidentes e garantindo que as manobras sejam realizadas de forma coordenada.

4.2.4. Sistema de Combate a Incêndio

Projetado para atuar em situações emergenciais, o sistema de combate a incêndio conta com hidrantes, extintores, bombas específicas e tubulações dedicadas. Sua função é proteger áreas críticas, como casas de comando e galerias elétricas e mecânicas, reduzindo os riscos de incidentes que poderiam comprometer a operação. A figura 28 ilustra o sistema, sendo a figura 28(a) a sala onde estão localizadas as bombas e a figura 28(b) a representação da distribuição do sistema.

Figura 28 - Sistema de combate de incêndio



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2025).

4.2.5. Sistema de Esgotamento e Drenagem

O esgotamento é responsável por remover infiltrações ou acúmulos de água indesejados em galerias técnicas, casas de máquinas e áreas internas da eclusa. Já o sistema de drenagem atua na coleta e condução de águas pluviais, evitando alagamentos e preservando a integridade estrutural.

Na figura 29(a), é apresentado o local destinado a receber toda a água da eclusa, enquanto a figura 29(b) demonstra a tubulação responsável por conduzir essa água, por meio de bombas, para a área externa da eclusa.

Figura 29 - Drenagem das galerias



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2025).

Esses subsistemas asseguram que o ambiente interno se mantenha seco e em condições adequadas para os operadores e para os equipamentos.

4.2.6. Sistema de Ar Comprimido

O ar comprimido é utilizado para o acionamento de dispositivos pneumáticos, ferramentas de manutenção e apoio a alguns processos técnicos, conforme ilustrada na figura 30. Trata-se de um subsistema de apoio versátil, que aumenta a eficiência das atividades de operação e manutenção.

Figura 30 - Cilindro Pneumático



Fonte: A autoria própria (2025).

4.2.7. Sistema de Ventilação

O sistema de ventilação é indispensável para promover a renovação do ar em ambientes confinados, como galerias subterrâneas e casas de comando. Além de proporcionar condições de trabalho mais seguras e confortáveis aos operadores, o sistema contribui para a preservação dos equipamentos, prevenindo superaquecimento e danos causados por umidade excessiva.

Na figura 31, podem-se observar os ventiladores responsáveis pelo funcionamento do sistema. A figura 31(a) apresenta uma visão geral do conjunto de ventiladores instalados, enquanto a figura 31(b) detalha a disposição individual dos equipamentos. O objetivo do sistema é melhorar a qualidade do ar, controlar a temperatura e a umidade, garantir a segurança e a prevenção de acidentes, aumentar a produtividade e assegurar a operação eficiente das instalações, mesmo em situações de maior carga térmica ou restrição de circulação de ar.

Figura 31 - Sistema de ventilação



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2025).

5. MEDIDAS DE SEGURANÇA

As Eclusas de Tucuruí representam um dos maiores sistemas de transposição hidroviária da América Latina e operam com tecnologias integradas que combinam hidráulica, mecânica e sistemas de controle e automação. Contém 4 sistemas complexos de engenharia, exigindo conhecimento técnico e análise crítica frente aos desafios operacionais.

A manutenção dos sistemas das Eclusas de Tucuruí segue um planejamento estruturado, baseado em diferentes tipos de ordens de serviço: preventiva, corretiva e preditiva. A manutenção preventiva é realizada de forma periódica, geralmente em intervalos que variam entre seis meses e cinco anos, dependendo do componente, como no caso das Portas Mitra e Guilhotina, que demandam inspeções estruturais e lubrificação de mecanismos semestrais, anuais, bianuais e quinquenais. O período é definido a partir dos manuais ou da necessidade da atividade avaliada pelos engenheiros. Já os sistemas hidráulicos e elétricos possuem um cronograma mais frequente, com verificações mensais em bombas, painéis elétricos e sensores. Por sua vez, a manutenção corretiva ocorre sempre que falhas ou desgastes são identificados durante a operação, enquanto a preditiva é aplicada por meio de medições de vibração, temperatura e análises de óleo, permitindo antecipar eventuais problemas.

As condições de operação da eclusa também impõem adversidades relevantes. Entre elas, destacam-se a alta umidade das galerias subterrâneas, a presença constante de água que acelera processos de corrosão, além da necessidade de manter os sistemas em funcionamento contínuo, com poucas oportunidades para paralisações prolongadas. Esses fatores exigem que as manutenções sejam executadas em janelas reduzidas de tempo, normalmente durante períodos programados de menor fluxo de embarcações, de forma a não comprometer a navegabilidade da hidrovia (SANTOS, NUNES, AYUB, LUZ 2023).

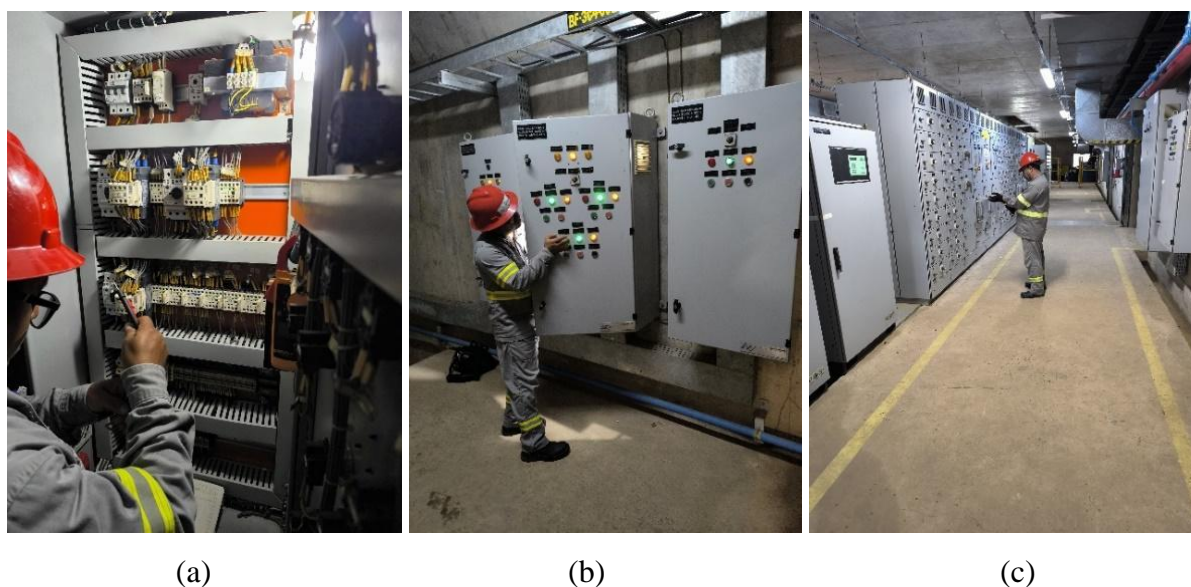
Nos sistemas elétricos, uma atenção especial é dada à margem de segurança operacional. As subestações, quadros de distribuição e geradores de apoio são dimensionados para suportar cargas adicionais em situações emergenciais, assegurando redundância no fornecimento de energia. Isso significa que, mesmo em caso de falha no suprimento externo ou em algum transformador, o sistema dispõe de recursos capazes de manter a operação dos equipamentos essenciais. Essa margem de segurança elétrica é fundamental para garantir a confiabilidade das operações de transposição, prevenindo paradas inesperadas que poderiam afetar a logística regional (R. PEOTTA, DNIT 2025d).

5.1. Inspeções Técnicas e Diagnóstico de Sistemas.

As Eclusas de Tucuruí realizam inspeções e manutenções preventivas, elétricas e mecânicas, com o objetivo de assegurar a operação contínua e segura dos sistemas de transposição (R. PEOTTA, DNIT 2025d). As inspeções elétricas incluem a verificação da integridade de dispositivos como inversores, *softstarts*, fontes, disjuntores, contatores, relés térmicos e temporizados, bornes de conexão e cabos de alimentação. Além disso, envolvem a avaliação dos quadros de distribuição elétrica, com medições de tensão, balanceamento de fases e monitoramento de aquecimento, visando prevenir sobrecargas e falhas que possam comprometer a operação.

Na figura 32, são apresentados registros dessas inspeções: a figura 32(a) mostra a análise de quadros de distribuição elétrica, a figura 32(b) detalha a verificação dos dispositivos de proteção e controle, e a figura 32(c) evidencia a medição de cabos e conexões durante a manutenção.

Figura 32 - Inspeções em painéis elétricos



Fonte: Autoria própria (2025).

As manutenções mecânicas concentram-se em peças essenciais das Portas Mitra e Guilhotina, comportas de enchimento e esvaziamento, como polias, engrenagens, rolamentos, centrais hidráulicas, motores e estruturas de suporte. Essas tarefas verificam o desgaste, barulhos anormais, alinhamento, lubrificação, entre outros serviços, assegurando que os mecanismos de abertura e fechamento operem de maneira precisa e segura. Ademais, sistemas

auxiliares, válvulas e bombas hidráulicas são inspecionados para garantir que todo o sistema funcione de forma confiável durante os ciclos de transposição.

Na figura 33, ilustra-se uma manutenção preventiva em uma bomba, na qual uma equipe tem por intuito identificar uma anomalia na máquina e, com base nas informações de campo, será verificado se há necessidade de realizar uma manutenção antes de um dano maior.

Figura 33 - Inspeções em motores do sistema de drenagem



Fonte: Autoria própria (2025).

Para complementar as medidas de segurança, sensores de fim de curso, sondas de nível e chaves de proximidade são periodicamente avaliados para reforçar as medidas de segurança. Esses aparelhos transmitem informações em tempo real ao controlador lógico programável e ao sistema de supervisão, garantindo que as operações ocorram dentro dos parâmetros operacionais previstos. Testes de continuidade, fuga de corrente, aterramento e isolamento elétrica são realizados com o uso de ferramentas como multímetros digitais, terrômetro e megômetro. Essas inspeções e manutenções são fundamentais para reduzir a probabilidade de falhas, preservar a integridade das estruturas e assegurar a segurança das embarcações que usam as eclusas.

5.2. Manutenções Elétricas Corretivas e Preventivas.

A manutenção elétrica e mecânica nas Eclusas de Tucuruí é realizada de maneira organizada, visando assegurar a continuidade das operações e a segurança no processo de transposição. A substituição e o reparo de componentes essenciais, como relés, termostatos,

filtro de óleo, sonda de nível, são procedimentos importantes, pois sua falha pode afetar o funcionamento de motores e sistemas intertravados. A fim de evitar falhas no fornecimento de energia, são realizadas inspeções minuciosas nas conexões em bornes e barramentos, além de reaperto de terminais, reorganização da fiação e verificação de sinais de oxidação ou vibração.

Na figura 34, demonstra-se uma substituição de um componente elétrico, e na figura 35, é a verificação de uma sonda de nível que não estava dando um valor aceitável. Com isso, a equipe foi a campo para realizar o ajuste necessário. Todas as manutenções corretivas ou preventivas são realizadas após constatar alguma anomalia na máquina ou sistema.

Figura 34 - Substituição de componente



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 35 - Verificação da sonda de nível



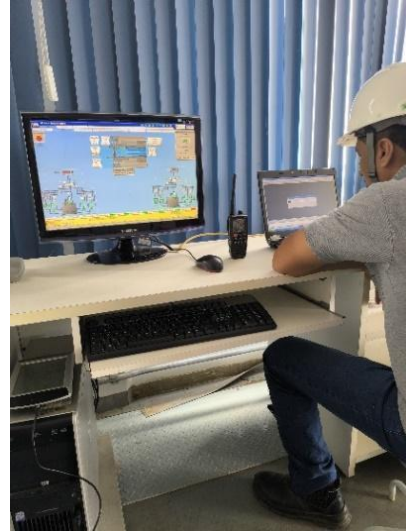
Fonte: Autoria própria (2025).

Ajustes na programação dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), juntamente com a avaliação de sensores de fim de curso, sondas de nível e chaves de proximidade, garantem a exatidão e a sincronização das portas tipo Mitra e Guilhotina, assegurando operações controladas e confiáveis. Na figura 36, a figura 36(a) apresenta a visão geral do sistema de controle das portas, enquanto a figura 36(b) detalha os sensores e atuadores utilizados no monitoramento e acionamento, conforme ilustrado.

Figura 36 - Manutenção na programação e configuração da abertura da Porta Mitra.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2025).

Todas as ações, sejam elas elétricas ou mecânicas, são documentadas em ordens de serviço, o que possibilita o rastreamento, o controle minucioso e o planejamento das manutenções preventivas e corretivas. Essas práticas aumentam a confiabilidade dos sistemas, diminuem a probabilidade de falhas imprevistas e asseguram a proteção das embarcações durante os ciclos de transposição.

6. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DAS ECLUSAS DE TUCURUÍ

A operação das Eclusas de Tucuruí pode ser organizada em ciclos de manobras, que compreendem a sequência lógica de chegada da embarcação, abertura e fechamento das portas, enchimento ou esvaziamento da câmara e liberação da navegação. Esses ciclos são fundamentais para avaliar o desempenho do sistema e compreender a integração entre os subsistemas mecânicos, hidráulicos e de controle.

Na prática, o processo de transposição ocorre em duas configurações distintas:

Ciclo 1 – Quando a embarcação chega pelo canal de montante, utiliza-se inicialmente a Porta Mitra, seguida pelo esvaziamento da câmara e posterior liberação da Porta Guilhotina.

Ciclo 2 – Quando a embarcação chega pelo canal de jusante, utiliza-se a Porta Mitra na entrada, com enchimento subsequente da câmara e saída pela Porta Guilhotina.

A Tabela 2 apresenta, de forma resumida, as etapas que compõem cada ciclo de operação.

Tabela 2 - Sequência operacional dos ciclos de eclusagem

Abertura e fechamento da Porta Mitra	2 a 5 min
Enchimento ou Esvaziamento	10 a 15 min
Abertura e fechamento da Porta Guilhotina	3 a 5 min
Período total de transposição	3 a 4 horas

Fonte: Autoria própria (2025).

Essa sistematização dos ciclos de operação permite não apenas a descrição do funcionamento, mas também a análise do tempo de cada etapa, que constitui um dos principais indicadores de desempenho das eclusas.

Quando a transposição tem início pela Eclusa 1, realiza-se o esvaziamento da câmara, permitindo que a embarcação seja direcionada ao nível intermediário/jusante. Na Eclusa 2, o processo ocorre de forma inversa, com o enchimento da câmara até alcançar o nível intermediário/montante para a saída da embarcação. A ação da gravidade controla o processo de enchimento e esvaziamento, que é realizado por meio da abertura e fechamento progressivo de comportas, regulado por sensores e válvulas de controle. Após a conclusão do processo, o

navio sai da câmara pela Porta Guilhotina, percorre o canal intermediário e, em seguida, realiza o segundo ciclo de transposição.

O segundo ciclo segue o mesmo processo, mas inverte as portas de entrada e saída: a embarcação entra pela Porta Guilhotina e sai pela porta Mitra. A execução adequada dessas etapas garante uma adaptação gradual ao desnível da barragem, garantindo a eficácia e a segurança do processo de navegação fluvial.

Um sistema de supervisão acompanha todo o processo em tempo real, exibindo a condição dos sensores, a localização dos atuadores e os níveis de água em cada etapa do procedimento. Para assegurar a segurança da operação, é fundamental que os operadores da sala de controle, as equipes de campo e a tripulação das embarcações se comuniquem, principalmente em casos que envolvem comboios de grandes dimensões ou condições ambientais desfavoráveis.

Nas figuras 37 e 38 é possível observar os percursos realizados pelas embarcações e comboios durante a transposição, de acordo com o destino estabelecido.

Figura 37 - Vista de montante para jusante



Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

Figura 38 - Vista de jusante para montante

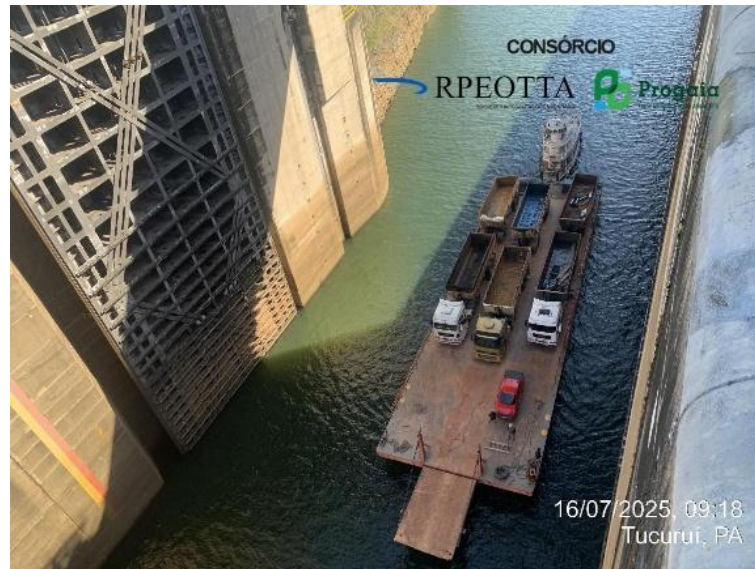


Fonte: NOGUEIRA; LIMA (2011).

Os exemplos apresentados ilustram o processo real de transposição de desnível nas eclusas de Tucuruí, demonstrando a trajetória de um comboio durante as etapas operacionais e a execução dos procedimentos padronizados de eclusagem. Na primeira transposição, o percurso se inicia na Eclusa 2 e se conclui na Eclusa 1, durante o qual o comboio entra na câmara principal, permanece enquanto ocorre o enchimento para nivelar a água a montante da Eclusa 2 e, em seguida, segue até a jusante da Eclusa 1. O mesmo procedimento é repetido na

Eclusa 1 até a finalização do deslocamento, evidenciando a importância da coordenação entre ambas as eclusas. As figuras 39 a 45 apresentam detalhadamente os procedimentos e etapas desse processo de transposição.

Figura 39 - Entrada na câmara principal - Eclusa 2



Fonte: A autoria própria (2025).

Figura 40 - Comboio na câmara principal - Eclusa 2



Fonte: A autoria própria (2025).

Figura 41 - Saída do comboio da câmara principal - Eclusa 2



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 42 - Chegada do comboio ao muro guia da jusante - Eclusa 1



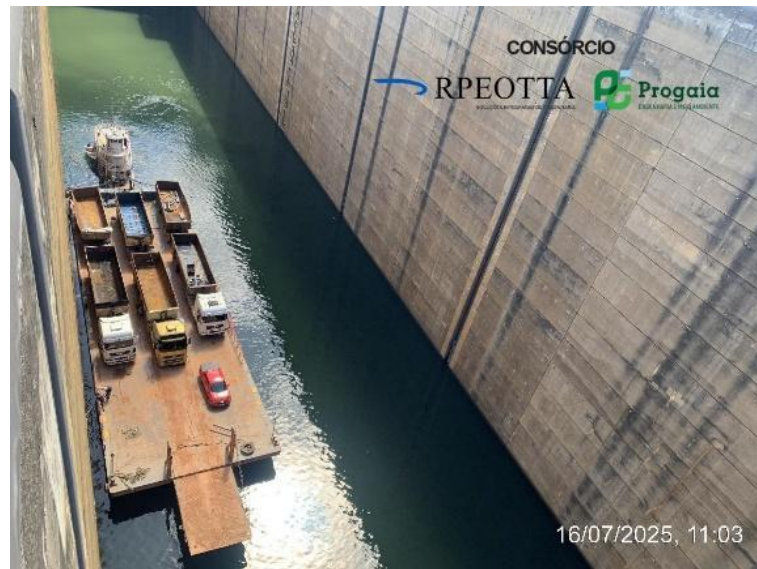
Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 43 - Entrada na câmara principal - Eclusa 1



Fonte: Aatoria própria (2025).

Figura 44 - Comboio dentro da câmara principal - Eclusa 1



Fonte: Aatoria própria (2025).

Figura 45 - Saída do comboio da câmara principal e término da transposição - Eclusa 1



Fonte: Autoria própria (2025).

A segunda transposição segue o trajeto oposto, começando pela Eclusa 1 e terminando na Eclusa 2. Nesse contexto, o procedimento começa com o esvaziamento da câmara principal, com finalidade de controlar o nível da embarcação a jusante da Eclusa 1. Depois de sair, o comboio é encaminhado à Eclusa 2, onde se repete o processo de entrada, permanência e saída da câmara, finalizando, dessa forma, a transposição do desnível. Temos as figuras 46 a 52, os procedimentos e etapas da transposição.

Figura 46 - Chegada do comboio ao muro guia flutuante (montante) - Eclusa 1



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 47 - Entrada na câmara principal - Eclusa 1



Fonte: Autorial própria (2025).

Figura 48 - Esvaziamento da câmara principal - Eclusa 1



Fonte: Autorial própria (2025).

Figura 49 - Saída do comboio - Eclusa 1



Fonte: Aatoria própria (2025).

Figura 50 - Chegada do comboio na câmara principal - Eclusa 2



Fonte: Aatoria própria (2025).

Figura 51 - Comboio dentro da câmara principal - Eclusa 2



Fonte: Aatoria própria (2025)

Figura 52 - Saída do comboio da câmara principal e término da transposição - Eclusa 2



Fonte: Autoria própria (2025).

Esses registros possibilitam uma compreensão visual e sistemática da dinâmica operacional das eclusas, além de enfatizarem a importância desse sistema para a integração logística da Hidrovia Araguaia–Tocantins.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo sobre as Eclusas de Tucuruí possibilitou compreender, de forma aprofundada, a complexidade tecnológica e operacional desse sistema de transposição de desnível, ressaltando a importância de sua integração com a Usina Hidrelétrica e com a navegabilidade do rio Tocantins. A análise das operações de enchimento e esvaziamento demonstrou que os tempos médios observados, entre 13 e 16 minutos, estão em conformidade com padrões internacionais, evidenciando a eficiência hidráulica do projeto. Entretanto, verificou-se que as duas eclusas, embora similares em dimensões, apresentam diferenças construtivas relevantes que influenciam diretamente na operação e na manutenção. Enquanto a Eclusa 1 possui portas significativamente mais pesadas, demandando maior esforço do sistema hidráulico e resultando em maior necessidade de manutenção preventiva, a Eclusa 2 se mostra mais otimizada, tanto pela leveza relativa de suas portas quanto pelo desempenho dos seus difusores e sistemas de enchimento e esvaziamento.

A integração entre os sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos revelou-se um fator determinante para a confiabilidade do processo de transposição, reforçando a hipótese inicial de que a eficiência operacional depende da articulação adequada entre os subsistemas. Todavia, constatou-se que a maior parte dos dados disponíveis é proveniente de relatórios internos da Eletronorte e de empresas contratadas, o que representa uma limitação da pesquisa e indica a necessidade de ampliar a base de dados com registros independentes, provenientes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e de monitoramentos de tráfego hidroviário.

As Eclusas de Tucuruí configuram-se como uma infraestrutura de elevada complexidade tecnológica, cujo desempenho depende da integração eficiente entre sistemas principais, auxiliares e de suporte. Ao longo do estudo, verificou-se que os sistemas de enchimento e esvaziamento, as portas tipo Mitra e Guilhotina, as centrais hidráulicas, os sistemas elétricos, de automação, ventilação, iluminação, combate a incêndio e comunicação, atuam de forma coordenada para garantir a segurança, confiabilidade e eficiência do processo de transposição de embarcações. A manutenção preventiva, inspeções periódicas e monitoramento contínuo por meio de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sensores e supervisórios reforçam a operação segura e ininterrupta das eclusas, prevenindo falhas e minimizando riscos operacionais.

Além disso, a redundância de sistemas críticos, como geradores de apoio e sistemas hidráulicos, assegura a continuidade das operações mesmo diante de falhas externas ou situações de emergência, evidenciando o rigor técnico envolvido na operação das eclusas. O estudo também destacou a importância da coordenação entre a Eclusa 1 e a Eclusa 2, demonstrando que a integração entre os sistemas e a capacitação da equipe operacional são determinantes para o sucesso da transposição de desníveis.

Conclui-se, portanto, que as Eclusas de Tucuruí cumprem plenamente sua função de assegurar a navegabilidade do rio Tocantins, mas exigem constante monitoramento e investimento em manutenção para que sua eficiência e segurança sejam preservadas. Recomenda-se, como desdobramento prático, a adoção de indicadores de desempenho operacionais, a implementação sistemática de metodologias de análise de confiabilidade e a criação de um banco de dados público, integrado ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), para registro de operações, falhas e tempos de ciclo. Essas medidas, se implementadas, permitirão não apenas otimizar a gestão do sistema, mas também fornecer subsídios técnicos para pesquisas futuras e para o aprimoramento contínuo da infraestrutura de navegação no Brasil.

8. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Ministério dos Transportes. Eclusa de Tucuruí: relatório técnico de inauguração.** Brasília, DF: Ministério dos Transportes, 2010.

CARVALHO, F. S.; LIMA, R. A.; PEREIRA, M. T. **Operação de Eclusas: sistemas, subsistemas e confiabilidade.** Belém: Editora Amazônia, 2017.

COSTA, J. R.; SILVA, M. L. **Operação de Eclusas e impactos socioambientais.** Belém: Editora Amazônia, 2018.

DNIT. **Eclusa de Tucuruí, no Pará, passa por vistoria do DNIT nesta terça-feira (21).** Brasília: DNIT, 21 mar. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/Eclusa-de-tucuru-i-no-para-passa-por-vistoria-do-dnit-nesta-terca-feira-21>. Acesso em: 17 ago. 2025.

GONÇALVES, P. T. **Transporte hidroviário e comunidades ribeirinhas.** Manaus: Editora do Norte, 2020.

MARTINS, L. H; OLIVEIRA, C. D. **Integração de sistemas na navegação hidroviária.** Manaus: Editora do Norte, 2021.

NOGUEIRA, A. A; LIMA, D. V. F. **Tecnologias utilizadas na execução das obras das Eclusas de Tucuruí.** [S. l.]: Eletronorte, 2011. 94 slides.

PORTO, R. L. L. **Hidráulica básica.** 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.

PROGAIA. **Engenharia e Meio ambiente.** Disponível em: <https://progaia.com.br>. Acesso em: 04 set. 2025.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: AT02 – Consolidação/revisão de documentação técnica.** RT-2201-A2-GRL-GER-001_0. Tucuruí, 2022. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: AT02 – Consolidação/revisão de documentação técnica.** RT-2201-A2-GRL-GER-002_0. Tucuruí, 2023a. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: AT02 – Consolidação/revisão de documentação técnica.** RT-2201-A2-GRL-GER-003_0. Tucuruí, 2023b. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: AT02 – Consolidação/revisão de documentação técnica.** RT-2201-A2-GRL-GER-004_0. Tucuruí, 2023c. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: AT02 – Consolidação/revisão de documentação técnica.** RT-2201-A2-GRL-GER-005_0. Tucuruí, 2024. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: AT02 – Consolidação/revisão de documentação técnica.** RT-2201-A2-GRL-GER-006_0. Tucuruí, 2025a. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: AT02 – Consolidação/revisão de documentação técnica.** RT-2201-A2-GRL-GER-007_0. Tucuruí, 2025b. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: OM02 – Operação do sistema de transposição de desnível.** RT-2201-O2-GRL-GER-044. Tucuruí, 2025c. Documento interno.

R. PEOTTA, DNIT. **Relatório: OM03 – Mensal e manutenção de sistema de transposição de desnível.** RT-2201-O3-GRL-GER-041. Tucuruí, 2025d. Documento interno.

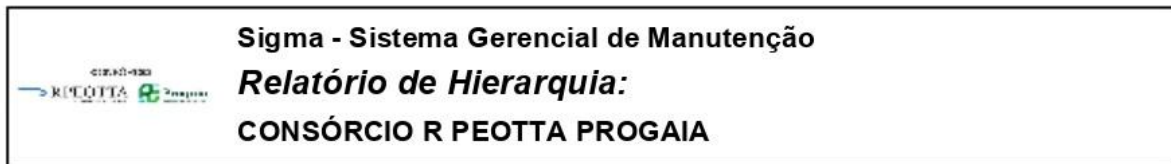
R. PEOTTA. **Soluções integradas de engenharia.** Disponível em: <https://www.rpeotta.com.br>. Acesso em: 04 set. 2025.

SANTOS, I. S.; NUNES, G. M.; AYUB, A.; LUZ, D. W. B. Um panorama da criação e implementação do Programa Nacional de Recuperação, Operação, Manutenção e Gerenciamento de Eclusas (PROECLUSAS), no Brasil. *Revista ENINFRA*, v. 2, n. 2, p. 187–208, 2023.

SOUZA, A. P; RIBEIRO, C. E. Transporte hidroviário e desenvolvimento regional: o caso da Eclusa de Tucuruí. *Revista Brasileira de Transportes*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 55-73, 2016.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 5. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2019.

**ANEXO A – HIERARQUIA DA PORTA MITRA DA ECLUSA 1 NO SISTEMA
SIGMA.**



Processo: MIT01 - PORTA MITRA ECLUSA 1

Máquina: MIT01.05 - SENSORES E INSTRUMENTOS

Tag: MIT01.05.01 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN A

Tag: MIT01.05.02 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN C

Máquina: MIT01.06 - INFRAESTRUTURA CIVIL

Tag: MIT01.06.01 - SALA CENTRAL HIDRAULICA LN A

Tag: MIT01.06.02 - SALA CENTRAL HIDRAULICA LN C

Tag: MIT01.06.03 - COMPARTIMENTO SERVOMOTOR LN C

Tag: MIT01.06.04 - COMPARTIMENTO SERVOMOTOR LN A

Máquina: MIT01.01 - CENTRAL HIDRAULICA LN A

Tag: MIT01.01.01 - BLOCO DE COMANDO

Tag: MIT01.01.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO

Tag: MIT01.01.03 - TUBULACAO E ACESSORIOS

Tag: MIT01.01.04 - SERVOMOTOR

Tag: MIT01.01.05 - REVERVATORIO

Tag: MIT01.01.06 - FILTROS DE AR / OLEO

Tag: MIT01.01.07 - SOLENOIDES E ACESSORIOS

Máquina: MIT01.02 - CENTRAL HIDRAULICA LN C

Tag: MIT01.02.01 - BLOCO DE COMANDO

Tag: MIT01.02.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO

Tag: MIT01.02.03 - TUBULACAO E ACESSORIOS

Tag: MIT01.02.04 - SERVOMOTOR

Tag: MIT01.02.05 - REVERVATORIO

Tag: MIT01.02.06 - FILTROS DE AR / OLEO

Tag: MIT01.02.07 - SOLENOIDES E ACESSORIOS

Máquina: MIT01.03 - ESTRUTURA DA PORTA

Tag: MIT01.03.01 - PORTA LNA

Tag: MIT01.03.02 - PORTA LNB

Máquina: MIT01.04 - PAINEIS DE ELETRICOS PL-BUS-01 BLOCO-1A

Tag: MIT01.04.01 - QUADRO DE FORCA LN A

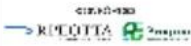
Tag: MIT01.04.03 - QUADRO DE COMANDO LN A

Máquina: MIT01.07 - PAINEIS DE ELETRICOS PL-BUS-02 BLOCO-1C

Tag: MIT01.07.01 - QUADRO DE FORCA LN C

Tag: MIT01.07.02 - QUADRO DE COMANDO LN C

**ANEXO B – HIERARQUIA DA PORTA MITRA DA ECLUSA 2 NO SISTEMA
SIGMA.**

 <p>Sigma - Sistema Gerencial de Manutenção Relatório de Hierarquia: CONSÓRCIO R PEOTTA PROGAIA</p>

Processo: MIT02 - PORTA MITRA ECLUSA 2

Máquina: MIT02.05 - SENSORES E INSTRUMENTOS

Tag: MIT02.05.01 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN A

Sub-Tag: I-0001 - SENSOR INDUTIVO DA PORTA MITRA - Qtde: 6

Tag: MIT02.05.02 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN C

Máquina: MIT02.06 - INFRAESTRUTURA CIVIL

Tag: MIT02.06.01 - SALA CENTRAL HIDRAULICA LN A

Tag: MIT02.06.02 - SALA CENTRAL HIDRAULICA LN C

Tag: MIT02.06.03 - COMPARTIMENTO SERVOMOTOR LN C

Tag: MIT02.06.04 - COMPARTIMENTO SERVOMOTOR LN A

Máquina: MIT02.01 - CENTRAL HIDRAULICA LN A

Tag: MIT02.01.01 - BLOCO DE COMANDO

Tag: MIT02.01.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO

Tag: MIT02.01.03 - TUBULACAO E ACESSORIOS

Tag: MIT02.01.04 - SERVOMOTOR

Tag: MIT02.01.05 - REVERVATORIO

Tag: MIT02.01.06 - FILTROS DE AR / OLEO

Tag: MIT02.01.07 - SOLENOIDES E ACESSORIOS

Máquina: MIT02.02 - CENTRAL HIDRAULICA LN C

Tag: MIT02.02.01 - BLOCO DE COMANDO

Tag: MIT02.02.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO

Tag: MIT02.02.03 - TUBULACAO E ACESSORIOS

Tag: MIT02.02.04 - SERVOMOTOR

Tag: MIT02.02.05 - REVERVATORIO

Tag: MIT02.02.06 - FILTROS DE AR / OLEO

Tag: MIT02.02.07 - SOLENOIDES E ACESSORIOS

Máquina: MIT02.03 - ESTRUTURA DA PORTA

Tag: MIT02.03.01 - PORTA LNA

Tag: MIT02.03.02 - PORTA LNB

Máquina: MIT02.04 - PAINEIS DE ELETRICOS

Tag: MIT02.04.01 - QUADRO DE FORCA LN A

Tag: MIT02.04.02 - QUADRO DE FORCA LN C

Tag: MIT02.04.03 - QUADRO DE COMANDO LN A

Tag: MIT02.04.04 - QUADRO DE COMANDO LN C

**ANEXO C – HIERARQUIA DA PORTA GUILHOTINA DA ECLUSA 1 NO SISTEMA
SIGMA**

<p>Sigma - Sistema Gerencial de Manutenção <i>Relatório de Hierarquia:</i> CONSÓRCIO R PEOTTA PROGAIA</p>

Setor: T01 - PORTA GUILHOTINA

Processo: T01.01 - COMPONENTES DE ACIONAMENTO LN A

Máquina: T01.01.02 - REDUTORA AUX.

Máquina: T01.01.03 - FREIO

Máquina: T01.01.05 - ROLDANAS

Máquina: T01.01.07 - MOITAO

Máquina: T01.01.08 - GUINCHO/GERAL

Máquina: T01.01.01 - REDUTORA

Máquina: T01.01.04 - MOTOR

Máquina: T01.01.06 - CABOS DE ACO

Peça: IN059 - - Qtde: 6

Processo: T01.02 - COMPONENTES DE ACIONAMENTO LN C

Máquina: T01.02.01 - REDUTORA

Máquina: T01.02.02 - REDUTORA AUX.

Máquina: T01.02.03 - FREIO

Máquina: T01.02.04 - MOTOR

Máquina: T01.02.05 - ROLDANAS

Máquina: T01.02.06 - CABOS DE ACO

Peça: IN059 - - Qtde: 6

Máquina: T01.02.07 - MOITAO

Máquina: T01.02.08 - GUINCHO/GERAL

Processo: T01.03 - ESTRUTURA

Máquina: T01.03.01 - CORRENTES E CONTRA PESO

Máquina: T01.03.02 - PORTA

Processo: T01.04 - TELHADO MOVEI LN A

Máquina: T01.04.01 - MOTOR

Máquina: T01.04.02 - EST. TELHADO

Processo: T01.05 - PONTE ROLANTE AUXILIAR LN A

Máquina: T01.05.01 - MOTORES ELÉTRICOS

Máquina: T01.05.02 - SISTEMA DE ICAMENTO

Máquina: T01.05.03 - ESTRUTURA DA PONTE

Processo: T01.06 - TELHADO MOVEI LN C

Máquina: T01.06.01 - MOTOR

Máquina: T01.06.02 - EST. TELHADO

Processo: T01.07 - PONTE ROLANTE AUXILIAR LN C

Máquina: T01.07.01 - MOTORES ELÉTRICOS

Máquina: T01.07.02 - SISTEMA DE ICAMENTO

Máquina: T01.07.03 - ESTRUTURA DA PONTE

Processo: T01.08 - PAINÉIS DE COMANDO

Máquina: T01.08.01 - QUADROS DE COMANDO (PL-GUI-01)

Máquina: T01.08.02 - QUADROS DE FORÇA (PL-GUI-01)

Tag: T01.08.02-DIV - QUADRO DE FORÇA - Diversos

Equipamento: EQ001 - INVERSOR SCHNEIDER ALTIVAR 71

Peça: SO356 - - Qtde: 2

Peça: SO356 - - Qtde: 1

Processo: T0101 - Máquina Elétrica

Máquina: T010101 - Redutora

ANEXO D – HIERARQUIA DA PORTA GUILHOTINA DA ECLUSA 2 NO SISTEMA**SIGMA**

Sigma - Sistema Gerencial de Manutenção

Relatório de Hierarquia:

CONSÓRCIO R PEOTTA PROGAIA

Setor: T14 - PORTA GUILHOTINA

Processo: T14.01 - COMPONENTES DE ACIONAMENTO LN A

Máquina: T14.01.01 - REDUTORA

Máquina: T14.01.02 - REDUTORA AUX.

Máquina: T14.01.03 - FREIO

Máquina: T14.01.04 - MOTOR

Máquina: T14.01.05 - ROLDANAS

Máquina: T14.01.06 - CABOS DE AÇO

Máquina: T14.01.07 - MOITÃO

Máquina: T14.01.08 - GUINCHO/GERAL

Processo: T14.02 - COMPONENTES DE ACIONAMENTO LN C

Máquina: T14.02.01 - REDUTORA

Máquina: T14.02.02 - REDUTORA AUX.

Máquina: T14.02.03 - FREIO

Máquina: T14.02.04 - MOTOR

Máquina: T14.02.05 - ROLDANAS

Máquina: T14.02.06 - CABOS DE AÇO

Máquina: T14.02.07 - MOITÃO

Máquina: T14.02.08 - GUINCHO/GERAL

Processo: T14.03 - ESTRUTURA

Máquina: T14.03.01 - CORRENTES E CONTRA PESO

Máquina: T14.03.02 - PORTA

Processo: T14.04 - TELHADO MOVEL LN A

Máquina: T14.04.01 - MOTOR

Máquina: T14.04.02 - EST. TELHADO

Máquina: T14.04.03 - QUADRO DE COMANDO

Processo: T14.05 - PONTE ROLANTE AUXILIAR LN A

Máquina: T14.05.01 - MOTORES ELÉTRICOS

Máquina: T14.05.02 - SISTEMA DE ICAMENTO

Máquina: T14.05.03 - ESTRUTURA DA PONTE

Processo: T14.06 - TELHADO MOVEL LN C

Máquina: T14.06.01 - MOTOR

Máquina: T14.06.02 - EST. TELHADO

Máquina: T14.06.03 - QUADRO DE COMANDO

Processo: T14.07 - PONTE ROLANTE AUXILIAR LN C

Máquina: T14.07.01 - MOTORES ELÉTRICOS

Máquina: T14.07.02 - SISTEMA DE ICAMENTO

Máquina: T14.07.03 - ESTRUTURA DA PONTE

Processo: T14.08 - PAINÉIS DE COMANDO

Máquina: T14.08.01 - QUADROS DE COMANDO

Máquina: T14.08.02 - QUADRO DE FORÇA

Tag: T14.08.02-DIV - QUADRO DE FORÇA - Diversos

**ANEXO E – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ENCHIMENTO DA ECLUSA 1 NO
SISTEMA SIGMA**

Sigma - Sistema Gerencial de Manutenção

Relatório de Hierarquia:

CONSÓRCIO R PEOTTA PROGAIA

Processo: CPC1 - COMPT. DE ENCHIMENTO DA ECLUSA 1

Máquina: CPC1.01 - CENTRAL HIDRAULICA LN A

Tag: CPC1.01.01 - BLOCO DE COMANDO LN A

Tag: CPC1.01.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO LN A

Equipamento: ME-30-001 - MOTOR DE ACION. 1 30 cv

Equipamento: ME-30-002 - MOTOR DE ACION. 2 30 cv

Equipamento: BB-ENG-001 - BOMBAS HIDRAULICAS 1

Equipamento: BB-ENG-002 - BOMBAS HIDRAULICAS 2

Equipamento: BB-MAN-001 - BOMBA DE AC. MANUAL LN A

Tag: CPC1.01.03 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO LN A

Tag: CPC1.01.04 - SERVOMOTOR LN A

Tag: CPC1.01.05 - RESERVATORIO LN A

Tag: CPC1.01.06 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN A

Máquina: CPC1.02 - CENTRAL HIDRAULICA LN C

Tag: CPC1.02.01 - BLOCO DE COMANDO LN C

Tag: CPC1.02.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO LN C

Equipamento: ME-30-003 - MOTOR DE ACION. 1 30 cv

Equipamento: ME-30-004 - MOTOR DE ACION. 2 30 cv

Equipamento: BB-ENG-003 - BOMBAS HIDRAULICAS 1

Equipamento: BB-ENG-004 - BOMBAS HIDRAULICAS 2

Equipamento: BB-MAN-002 - BOMBA DE AC. MANUAL LN C

Tag: CPC1.02.03 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO LN C

Tag: CPC1.02.04 - SERVOMOTOR LN C

Tag: CPC1.02.05 - RESERVATÓRIO LN C

Tag: CPC1.02.06 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN C

Máquina: CPC1.03 - ESTRUTURA DA COMPORTA

Tag: CPC1.03.02 - COMPORTA LN C

Tag: CPC1.03.01 - COMPORTA LN A

Máquina: CPC1.04 - PAINEIS DE COMANDO

Tag: CPC1.04.01 - QUADRO DE FORÇA LN A PL-ENC-01 BLOCO-3A

Tag: CPC1.04.02 - QUADRO DE COMANDO LN C PL-ENC-02 BLOCO 3C

Máquina: CPC1.05 - SENSORES E INSTRUMENTOS

Tag: CPC1.05.01 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN A

Tag: CPC1.05.02 - SENSORES E INSTRUMENTOS LN C

**ANEXO F – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ENCHIMENTO DA ECLUSA 2 NO
SISTEMA SIGMA**

Sigma - Sistema Gerencial de Manutenção

Relatório de Hierarquia:

CONSÓRCIO R PEOTTA PROGAIA

Processo: CPC2 - COMPT. DE ENCHIMENTO DA ECLUSA 2

Máquina: CPC2.04 - SENSORES E INSTRUMENTOS

Tag: CPC2.04.01 - SENSORES E INSTRUMENTOS CPT 1

Tag: CPC2.04.02 - SENSORES E INSTRUMENTOS CPT 2

Máquina: CPC2.01 - CENTRAL HIDRAULICA

Tag: CPC2.01.09 - SENSORES E INSTRUMENTOS CPT 1

Tag: CPC2.01.01 - BLOCO DE COMANDO

Tag: CPC2.01.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO CPT 1

Equipamento: ME-30-005 - MOTOR DE ACION. 1 30 cv

Equipamento: ME-30-006 - MOTOR DE ACION. 2 30 cv

Equipamento: BB-ENG-005 - BOMBAS HIDRAULICAS 1

Equipamento: BB-ENG-006 - BOMBAS HIDRAULICAS 2

Tag: CPC2.01.03 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO CPT 2

Equipamento: ME-30-007 - MOTOR DE ACION. 3 30 cv

Equipamento: ME-30-008 - MOTOR DE ACION. 4 30 cv

Equipamento: BB-ENG-007 - BOMBAS HIDRAULICAS 3

Equipamento: BB-ENG-008 - BOMBAS HIDRAULICAS 4

Equipamento: BB-MAN-003 - BOMBA DE AC. MANUAL

Tag: CPC2.01.04 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO CPT 1

Tag: CPC2.01.05 - SERVOMOTOR CPT 1

Tag: CPC2.01.06 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO CPT 2

Tag: CPC2.01.07 - SERVOMOTOR CPT 2

Tag: CPC2.01.08 - RESERVATORIO

Tag: CPC2.01.10 - SENSOERE E INSTRUMENTOS CPT 2

Máquina: CPC2.02 - ESTRUTURA DA COMPORTA

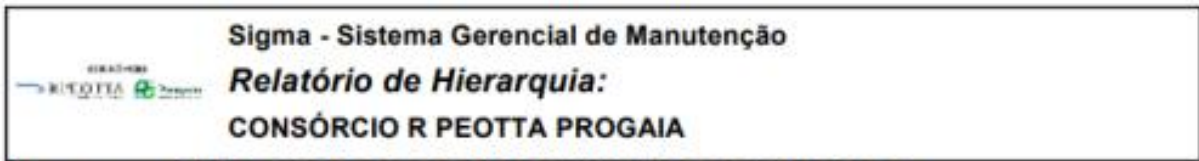
Tag: CPC2.02.02 - COMPORTA 2

Tag: CPC2.02.01 - COMPORTA 1

Máquina: CPC2.03 - PAINES ELETRICOS PL-ENC-02 BLOCO-3C

Tag: CPC2.03.01 - QUADRO DE COMANDO

**ANEXO G – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ESAZIAMENTO DA ECLUSA 1 NO
SISTEMA SIGMA**



Processo: CPV1 - COMPT. DE ESAZIAMENTO DA ECLUSA 1

Máquina: CPV1.01 - CENTRAL HIDRAULICA

Tag: CPV1.01.01 - BLOCO DE COMANDO

Tag: CPV1.01.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO 1

Equipamento: ME-30-009 - MOTOR DE ACION. 1 30 cv

Equipamento: ME-30-010 - MOTOR DE ACION. 2 30 cv

Equipamento: BB-ENG-009 - BOMBAS HIDRAULICAS 1

Equipamento: BB-ENG-010 - BOMBAS HIDRAULICAS 2

Equipamento: BB-MAN-004 - BOMBA DE AC. MANUAL

Tag: CPV1.01.03 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO 2

Equipamento: ME-30-011 - MOTOR DE ACION. 3 30 cv

Equipamento: ME-30-012 - MOTOR DE ACION. 4 30 cv

Equipamento: BB-ENG-011 - BOMBAS HIDRAULICAS 3

Equipamento: BB-ENG-012 - BOMBAS HIDRAULICAS 4

Tag: CPV1.01.04 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO CPT 1

Tag: CPV1.01.05 - SERVOMOTOR CPT 1

Tag: CPV1.01.06 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO CPT 2

Tag: CPV1.01.07 - SERVOMOTOR CPT 2

Tag: CPV1.01.08 - RESERVATORIO

Tag: CPV1.01.09 - SENSORES E INSTRUMENTOS CPT 1

Tag: CPV1.01.10 - SENSORES E INSTRUMENTOS CPT 2

Máquina: CPV1.02 - ESTRUTURA DA COMPORTA

Tag: CPV1.02.08 - COMPORTA 2

Tag: CPV1.02.09 - COMPORTA 1

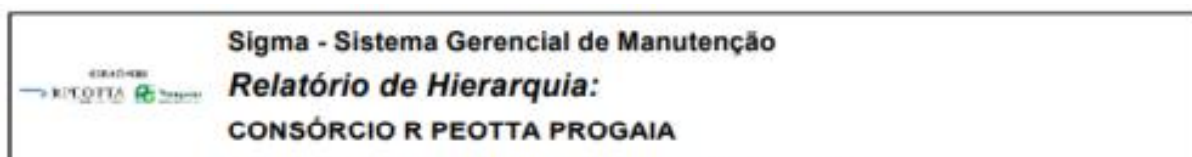
Máquina: CPV1.05 - SENSORES E INSTRUMENTOS

Máquina: CPV1.03 - PAINÉIS ELETRICOS PL-ESV-01 BLOCO-9C

Tag: CPV1.03.01 - QUADRO DE COMANDO

Tag: CPV1.03.02 - QUADRO DE FORÇA

ANEXO H – HIERARQUIA DO SISTEMA DE ESVAZIAMENTO DA ECLUSA 2 NO SISTEMA SIGMA



Processo: CPV2 - COMPT. DE ESVAZIAMENTO DA ECLUSA 2

Máquina: CPV2.01 - CENTRAL HIDRAULICA

Tag: CPV2.01.01 - BLOCO DE COMANDO

Tag: CPV2.01.02 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO 1

Equipamento: ME-30-013 - MOTOR DE ACION. 1 30 cv

Equipamento: ME-30-014 - MOTOR DE ACION. 2 30 cv

Equipamento: BB-ENG-013 - BOMBAS HIDRAULICAS 1

Equipamento: BB-ENG-014 - BOMBAS HIDRAULICAS 2

Equipamento: BB-MAN-005 - BOMBA DE AC. MANUAL

Tag: CPV2.01.03 - UNIDADES DE BOMBEAMENTO 2

Equipamento: ME-30-015 - MOTOR DE ACION. 3 30 cv

Equipamento: ME-30-016 - MOTOR DE ACION. 4 30 cv

Equipamento: BB-ENG-015 - BOMBAS HIDRAULICAS 3

Equipamento: BB-ENG-016 - BOMBAS HIDRAULICAS 4

Tag: CPV2.01.04 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO CPT 1

Tag: CPV2.01.05 - SERVOMOTOR CPT 1

Tag: CPV2.01.06 - TUB. / ACES. RECINTO SERVO CPT 2

Tag: CPV2.01.07 - SERVOMOTOR CPT 2

Tag: CPV2.01.08 - RESERVATORIO

Tag: CPV2.01.09 - SENSORES E INSTRUMENTOS CPT1

Tag: CPV2.01.10 - SENSORES E INSTRUMENTOS CPT 2

Máquina: CPV2.02 - ESTRUTURA DA COMPORTA

Tag: CPV2.02.08 - COMPORTA 2

Tag: CPV2.02.09 - COMPORTA 1

Máquina: CPV2.03 - PAINÉIS ELETRICOS


Tag: CPV2.03.01 - QUADRO DE COMANDO


Tag: CPV2.03.02 - QUADRO DE FORÇA

Máquina: CPV2.04 - SENSORES E INSTRUMENTOS

ANEXO I – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE INFORMAÇÕES

CONSÓRCIO

 **RPEOTTA**
SOLUÇÕES INTEGRADAS DE ENGENHARIA

 **Progaia**
ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE


DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE INFORMAÇÕES

Declaramos, para os devidos fins, que Consórcio RPEOTTA -Progaia autoriza o(a) estudante Bruno Santos de Aguiar a utilizar, em seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "ANÁLISE OPERACIONAL DAS TRANSPOSIÇÕES NA ECLUSA DE TUCURUÍ-PA: Sistemas e subsistemas envolvidos no processo", as informações e dados técnicos referentes à Eclusa de Tucuruí, cedidos para fins exclusivamente acadêmicos e científicos.


A presente autorização é concedida com a finalidade de contribuir para o desenvolvimento do trabalho acadêmico, ficando vedada a utilização das informações para fins comerciais, bem como sua divulgação sem a devida referência à fonte.


Tucuruí/PA, 22 de Setembro de 2025.

AUTORIZAÇÃO



Raphael Soares
Engenheiro Supervisor

 +55 (021) 3526-6300
+55 (021) 2507-1562

 TV Belem, 62, Santa Isabel.
TUCURUI, PA