

RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA AQUAVIÁRIA

SUMÁRIO

PREÂMBULO	3
1 Contextualização	4
2 Metodologia.....	5
3 Avaliação dos níveis dos reservatórios.....	9
4 Portos	12
4.1 Porto Itaci.....	14
4.2 Porto Fama.....	19
4.3 Porto Delfinópolis.....	25
4.4 Porto Harmonia.....	32
4.5 Porto Fernandes.....	39
4.6 Porto Pontal/Penas	47
4.7 Porto Barreirinho	52
4.8 Porto Itapiché	59
4.9 Porto Pontalete.....	64
4.10 Porto Mendes	71
4.11 Porto Araúna.....	76
4.12 Porto Águas Verdes	82
5 Parecer e Conclusões.....	87

PREÂMBULO

Este Relatório de Diagnóstico de Engenharia de Infraestrutura Aquaviária busca caracterizar as condições de navegabilidade em cada um dos trechos atualmente operados para travessia de veículos e pedestres nos reservatórios das UHE's Furnas e Mascarenhas de Moraes.

O objetivo é destacar as condições de travessia sob o ponto de vista de sua segurança, profundidades disponíveis, composição de fundo, sinalização, salvação e outras estruturas acessórias.

É importante ressaltar que as informações elencadas buscam diagnosticar o sistema sob o aspecto exclusivamente da navegação interior. As demais nuances do transporte serão abordadas nas demais frentes do estudo e irão embasar os cenários para exploração econômica do modal.

1 Contextualização

O presente relatório insere-se no âmbito da elaboração de estudos de viabilidade técnica, econômica, ambiental e jurídica para estruturação de modelo de expansão, exploração, operação e manutenção de prestação de serviços de travessia por embarcações, nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Furnas (“UHE Furnas”) e Mascarenhas de Moraes (“UHE Mascarenhas de Moraes”), de propriedade de FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS SA.

O diagnóstico técnico de cada uma das travessias comporta o levantamento das informações necessárias por frente de estudo, por meio de dados secundários existentes e disponibilizados por Eletrobras Furnas, Governo do Estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Estado de Infraestrutura, Mobilidade e Parcerias (SEINFRA), e Prefeituras Municipais. Este produto considera a caracterização atual da situação das travessias.

Além dos dados secundários, foi realizado o levantamento de dados primários coletados em campo, por meio de visitas técnicas, em que além de levantamentos dos ativos, de infraestruturas terrestres e aquaviárias, estudos batimétricos e ambientais, foram realizadas entrevistas, bem como reuniões e levantamentos de informações com players e usuários do transporte nas travessias.

O levantamento batimétrico executado em cada travessia foi autorizado pelo Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil sob número 648/23, na categoria “B”, tendo como finalidade o estudo de profundidades disponíveis nas regiões de travessias de balsas de ambos os reservatórios, sendo este um dado importante para avaliação de viabilidade técnica e econômica no contexto do estudo.

Em suma, este relatório busca o diagnóstico das travessias sob o ponto de vista de navegação, avaliando: profundidade, parâmetros de manobra, inclinação de margem e padrões de segurança.

2 Metodologia

Para o levantamento batimétrico foi utilizado sistema de ecobatímetro digital *single beam* de dupla frequência com registro digital do ecograma integrado a microcomputador. O conjunto é capaz de fornecer registros permanentes e detalhados da topografia do leito através de alta resolução para definição da interface água-sedimento, de tal forma a operar em águas de grandes, médias e baixas profundidades.

O ecobatímetro modelo GT21 com coletora digital para gravação de ecograma e dados brutos em cartão interno para backup com entrada e saída digital RS232 padrão NMEA 0183 e NMEA 2000 em 5hz, possibilitando gravação interna e saída dos dados em tempo real para computador. O equipamento trabalha com 3 faixas de frequência (50 kHz, 200 kHz e 260 kHz), com ganho automático ou manual operando em 1 ou 2 frequências simultaneamente, atendendo o que rege a NORMAM 25-DHN quanto aos equipamentos para execução de levantamento hidrográfico.

Figura 1 – Ecobatímetro.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O posicionamento da embarcação foi feito por meio de sistema de posicionamento GNSS em modo RTK – Real Time Kinematic, devidamente integrado ao ecobatímetro, de modo a se ter no produto final qualidade compatível com a escala do mapeamento a ser produzido.

O equipamento utilizado é o par GNSS RTK Trimble R4, acompanhado de instrumentais de topografia como tripés, bastões, prismas e bases nivelantes. Com 220 canais, este equipamento se comunica com as constelações GPS, Glonass, Galileu e Compass nas frequências L1, L2, L2C, L3 e L5.

Figura 2 – GNSS RTK



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Também foi utilizado o sistema GNSS da fabricante Spectra Precision, modelo SP60. O equipamento recebe informações GPS, Glonass, Beidou, Galileo, QZSS, SBAS e Banda L, com correção diferencial Centerpoint RTX. Sua precisão horizontal é de 3 mm + 0,5 ppm e vertical de 5 mm + 0,5 ppm, operando ainda em tempo real com correção diferencial RTX.

Figura 3 – GNSS RTX



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O software utilizado para o levantamento é o Hypack, permitindo a integração dos dados do ecobatímetro e GNSS além de cartas digitais, pontos de interesse, rotas e demais elementos necessários ao posicionamento e armazenamento de dados.

Para navegação, integração e captura dos dados do ecobatímetro e GNSS foi utilizado computador da Panasonic, modelo ToughBook CF-19 e CF-31. Com corpo em magnésio e proteção contra quedas e imersão, possui certificado MIL-STD-810G de padrão militar e proteção IP51.

Figura 4 – Panasonic ToughBook.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Para registro da variação de nível do reservatório foi utilizada sonda de alta resolução. O U20L-001 registrador de dados de pesquisa é utilizado para medir continuamente o nível de água e temperatura em uma ampla gama de ambientes subaquáticos. Possui precisão de 0,1% medida, uma caixa de polipropileno para uso em água, tanto doce e salgada, e um design não-ventilado para implantação conveniente e sem complicações.

Figura 5 – Sensor de nível.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Para mapeamento sísmico de cada travessia foi utilizado equipamento com a tecnologia Chirp, operando entre 2 e 9 kHz.

Figura 6 – Sensor para sísmica rasa.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Na perfilagem sísmica contínua, uma fonte acústica submersa produz oscilações nas partículas (pulsos). Quando os pulsos emitidos atingem a interface entre duas camadas com propriedades mecânicas diferentes, parte da energia é refletida de volta à superfície onde é captada por um receptor. Conhecendo a velocidade de propagação das ondas no meio e o tempo de trânsito fonte-interface-receptor, é possível calcular a profundidade do alvo. O software utilizado na captura e interpretação dos dados é o OpendTect da dGB Earth Sciences.

A embarcação INSIGHT01 utilizada no levantamento percorreu todas as travessias em linhas longitudinais em uma faixa de 100 metros de largura, coletando dados de profundidade de cada trecho 5 vezes por segundo (5hz). O resultado desta coleta foi referenciado aos níveis de redução de cada reservatório para demonstrar as profundidades disponíveis nos períodos de estiagem, ou seja, no intervalo de 90% da permanência do nível do reservatório, considerando que em 10% do período pode haver escassez hídrica acima da referência adotada.

3 Avaliação dos níveis dos reservatórios

Para avaliação da variação de nível nos reservatórios de Mascarenhas de Moraes e Furnas foram analisados os dados históricos providos pela Eletrobras.

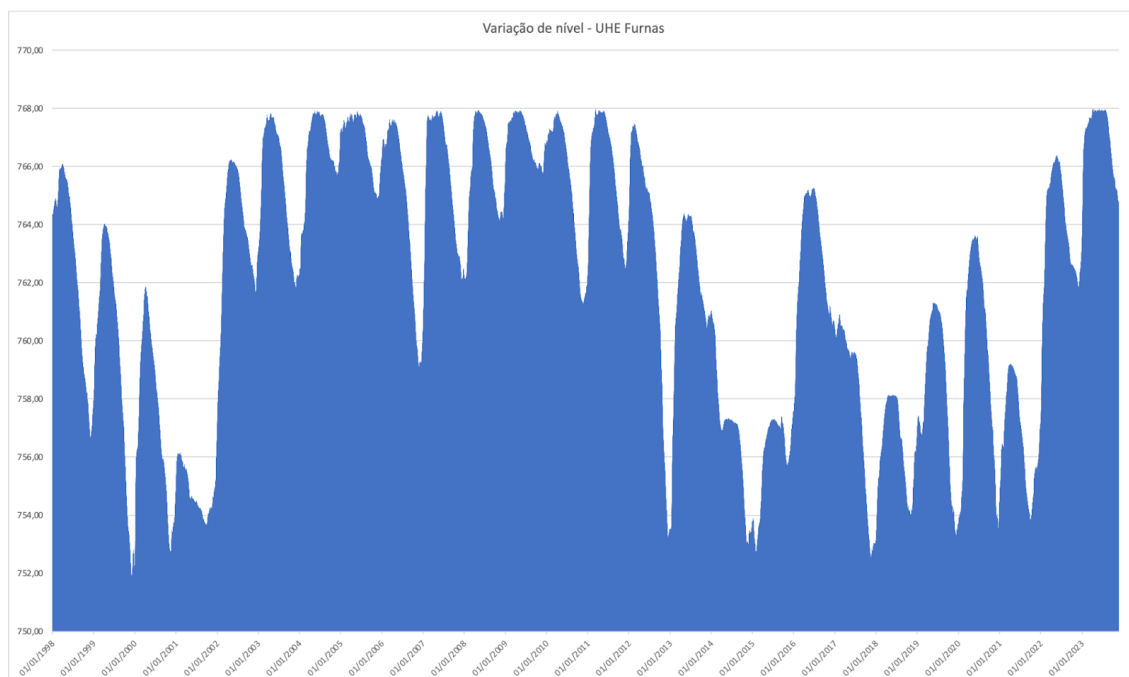
Os dados são registros diários, às 24h, partindo de 1º de janeiro de 1998 até 23 de novembro de 2023, totalizando 9463 registros.

Em ambos os reservatórios, os dados foram analisados estatisticamente de forma a identificar o nível de permanência em 90% do período analisado, conforme detalhado na sequência.

O reservatório de Furnas apresenta os seguintes valores de nível:

- Nível normal de operação: 768 m
- Nível de máxima cheia (Nível máximo maximorum): 769,30 m
- Nível de desapropriação: 769 m
- Nível mínimo de operação: 750 m
- Nível de Permanência 90%: 754,84 m
- Nível Mínimo regulamentado: 762 m (Emenda à Constituição 106, de 2020)

Figura 7 - Série histórica - UHE Furnas.



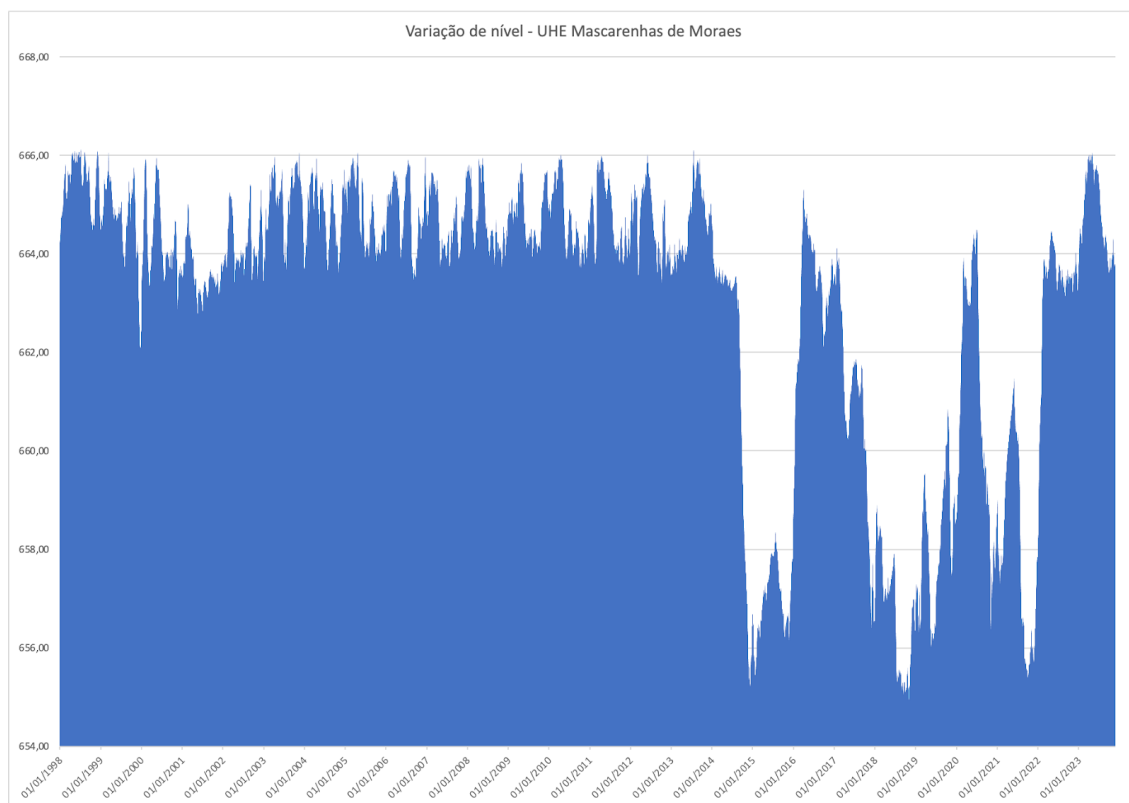
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Neste reservatório, o nível de permanência está abaixo do regulamentado, o que importa em uma permanência artificial em atendimento à legislação vigente. Desta forma, fica definida a cota 762 metros como a mínima referência para as travessias neste reservatório.

O reservatório de Mascarenhas de Moraes apresenta os seguintes valores de nível:

- Nível normal de operação: 666,12
- Nível de máxima cheia (Nível máximo maximorum): 666,92
- Nível de desapropriação: 668,62 m
- Nível mínimo de operação: 653,12
- Nível de Permanência 90%: 657,51 m

Figura 8 - Série histórica - UHE Mascarenhas de Moraes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Neste reservatório o nível de permanência 90% fica estabelecido como a mínima referência de nível para operação da travessia de Delfinópolis.

4 Portos

A tabela abaixo apresenta a relação de portos, travessias e municípios atendidos pelas balsas atualmente em operação:

Tabela 1 - Portos estudados.

Item	Porto	Municípios atendidos	Reservatório	Balsas que realizam a travessia	Proprietário da balsa
1	Delfinópolis	Delfinópolis e Cássia	Usina Hidrelétrica (UHE) Mascarenhas de Moraes (MM)	Rio Grande IV	ELETROBRAS FURNAS
				São João batista do Glória	ELETROBRAS FURNAS
				Delfinópolis I	Prefeitura de Delfinópolis
				Canastra - Prancha	Prefeitura de Delfinópolis
				Rebocador N. Sra. Navegantes VII	ELETROBRAS FURNAS
				Rebocador N. Sra. Navegantes X	ELETROBRAS FURNAS
2	Pontal/Penas	São José da Barra e Guapé	UHE Furnas	Guapé	ELETROBRAS FURNAS
3	Araúna	Guapé	UHE Furnas	São Francisco I	ELETROBRAS FURNAS
4	Barreirinho	Guapé	UHE Furnas	Harmonia	ELETROBRAS FURNAS
5	Fernandes	Guapé Cristais	UHE Furnas	Fernandes	ELETROBRAS FURNAS
6	Itapiché	Carmo do Rio Claro	UHE Furnas	Itapiché	ELETROBRAS FURNAS
7	Itaci	Carmo do Rio Claro	UHE Furnas	Águas Verdes	ELETROBRAS FURNAS
8	Águas Verdes	Carmo do Rio Claro Campo do Meio	UHE Furnas	São Francisco III	ELETROBRAS FURNAS

Item	Porto	Municípios atendidos	Reservatório	Balsas que realizam a travessia	Proprietário da balsa
9	Harmonia	Alfenas	UHE Furnas	Fama	ELETROBRAS FURNAS
10	Fama	Fama Campos Gerais	UHE Furnas	Araúna	ELETROBRAS FURNAS
11	Pontalete	Paraguaçu Elói Mendes Três Pontas	UHE Furnas	Pontalete	ELETROBRAS FURNAS
12	Mendes	Campo Belo Nepomuceno	UHE Furnas	Saliba	ELETROBRAS FURNAS

Fonte: Insight Engenharia, 2023.

4.1 Porto Itaci

O Porto de Itaci serve como um ponto crucial de ligação entre a comunidade de Itaci e a cidade de Carmo do Rio Claro, localizando-se nas águas tranquilas do reservatório da UHE Furnas. Este eixo de travessia é de suma importância para o transporte e a comunicação entre as duas áreas, permitindo o fluxo de pessoas e de bens com relativa facilidade sobre as águas.

Figura 9 - Porto Itaci.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A margem pertencente a Carmo do Rio Claro destaca-se por sua preservação, não apresentando vestígios de ocupação ou estruturas construídas. Da mesma forma, mas com a particularidade de estar mais agregada à zona urbana, encontra-se a margem de Itaci, a qual, apesar de estar próxima a residências, mantém-se livre de construções de suporte à atividade portuária.

Figura 10 - Margens Carmo do Rio Claro.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 11 - Margens Itaci.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Chama a atenção a ausência de sistemas de balizamento e sinalização, cruciais para a segurança e orientação durante a travessia. Em Itaci, há apenas uma placa

de sinalização improvisada, insuficiente para atender às necessidades de uma navegação segura.

A embarcação "Águas Verdes" é o principal meio de travessia neste porto, e suas especificações técnicas são apresentadas detalhadamente na tabela fornecida, demonstrando estar em conformidade com as normas de segurança naval e possuir uma autorização válida até 22 de setembro de 2026.

Tabela 2 - Embarcação Águas Verdes.

EMBARCAÇÃO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Águas Verdes	27,00	7,20	0,92	47,00	06/08/2023

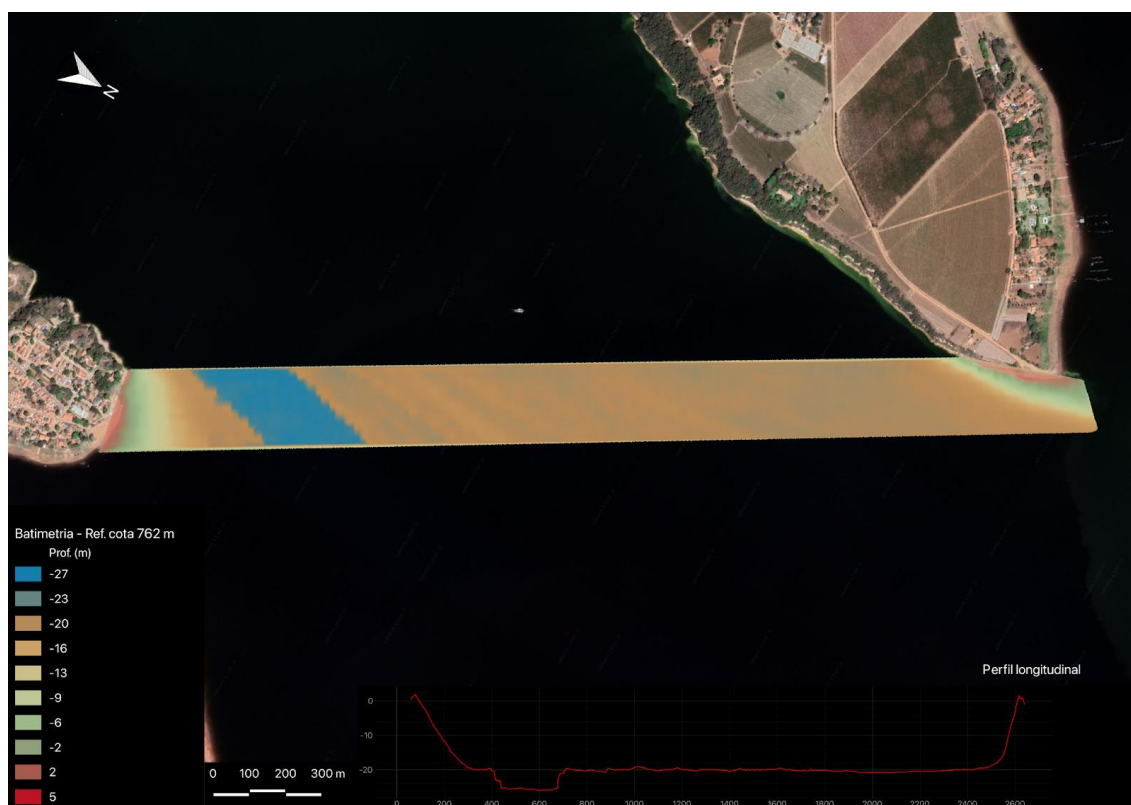
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Quanto aos acessos ao porto, ambos os lados - Itaci e Carmo do Rio Claro - apresentam caminhos distintos: de um lado, uma estrada não pavimentada leva ao porto, enquanto do outro, o asfalto se estende até a beira da água, mostrando uma discrepância entre os dois pontos que pode impactar a facilidade e a segurança dos usuários do porto.

A falta de estruturas de suporte, como estacionamentos ou sanitários, é uma realidade em ambos os lados, com a exceção de um abrigo coberto para pedestres encontrado em Itaci. Este cenário ressalta a necessidade de investimentos em infraestrutura para proporcionar um serviço mais completo e confortável aos usuários.

Do ponto de vista geográfico e estrutural, a área demonstra condições favoráveis para a navegação, com profundidades consistentes que facilitam o trânsito de embarcações de pequeno calado.

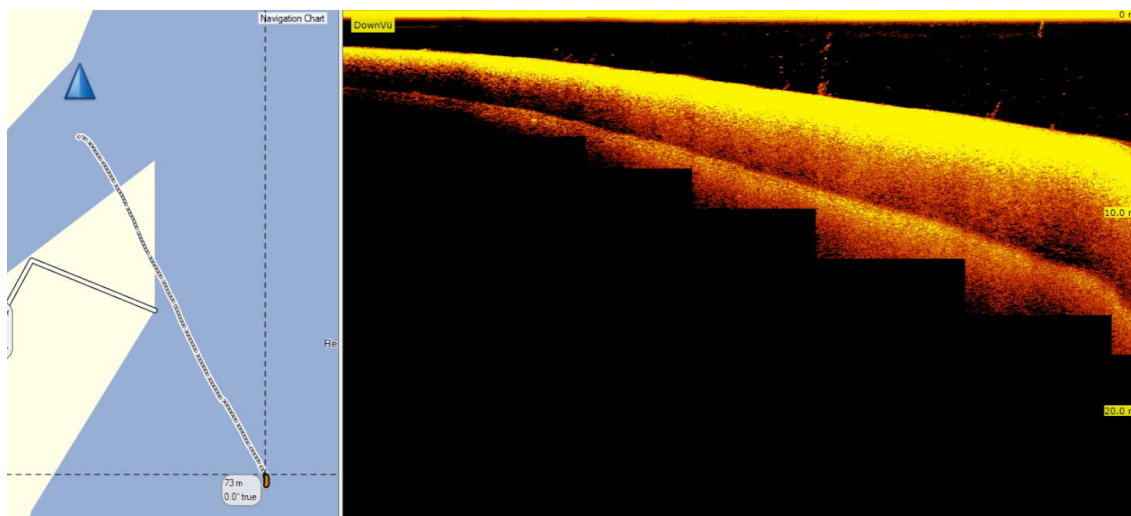
Figura 12 - Perfil batimétrico - Porto de Itaci.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O perfil sísmico indica um fundo majoritariamente arenoso, com presença de lodo e silte em profundidades maiores, assim como indícios de outras formações geológicas apenas em profundidades consideravelmente grandes.

Figura 13 - Perfil sísmico – Porto Itaci.

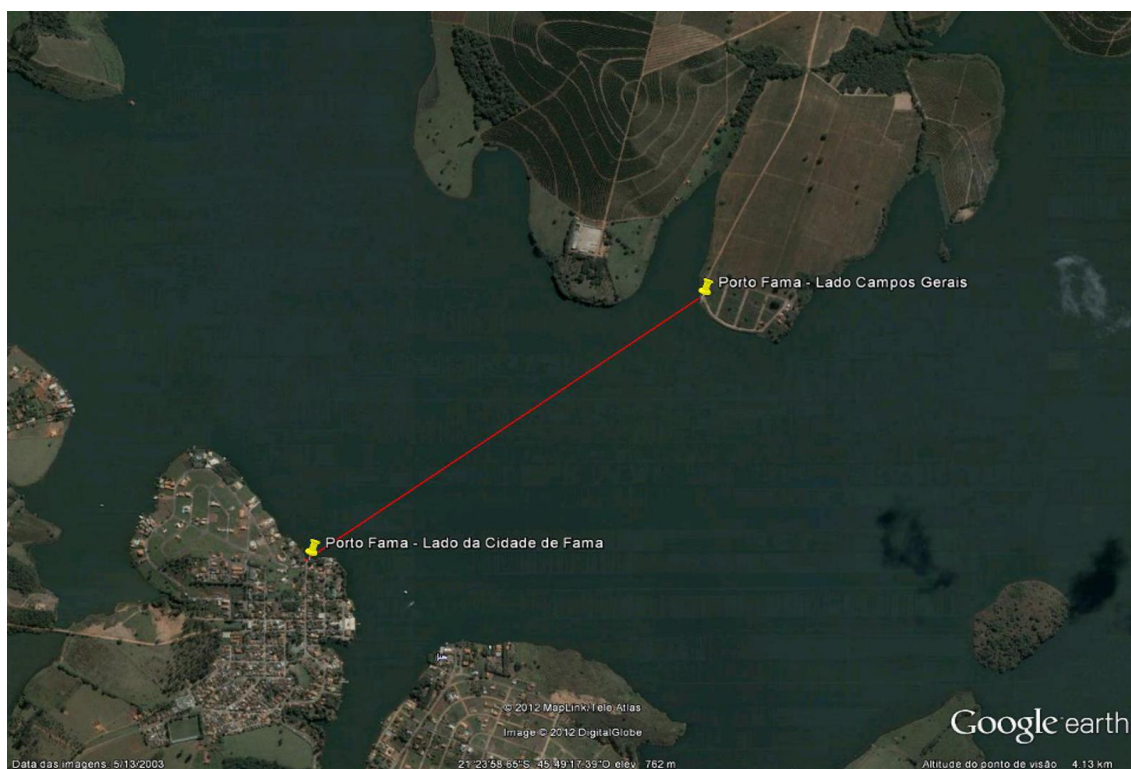


Fonte: Insight Engenharia, 2023.

4.2 Porto Fama

Localizado nas águas tranquilas do reservatório da UHE Furnas, o Porto de Fama desempenha um papel estratégico na ligação entre os municípios de Campos Gerais e de Fama, constituindo-se como um ponto essencial de passagem tanto para locais quanto para visitantes, permitindo a fluidez do trânsito de pessoas e bens na região.

Figura 14 - Porto Fama.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As margens de Campos Gerais apresentam um cenário minimamente estruturado para receber os transeuntes com uma rampa de concreto e abrigo coberto, características que prestam um serviço básico aos usuários do porto. No entanto, este local carece de recursos cruciais, como iluminação e sinalização adequadas, além de estruturas de apoio, como banheiros e estacionamento. O mesmo ocorre em Fama, onde a rampa de concreto se integra ao ambiente urbano, facilitando o acesso, mas sem oferecer as demais comodidades e segurança necessárias, como balizamento e sinalização adequados.

Figura 15 - Margens Campos Gerais.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 16 - Margens Fama.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Notadamente, ambos os lados sofrem com a ausência de infraestrutura adequada para auxiliar na travessia segura pelo reservatório. A inexistência de sistemas de balizamento e defensas pode resultar em riscos para a navegação, especialmente sob condições adversas de visibilidade ou durante a noite.

A embarcação "Araúna" é apontada como o veículo principal para as travessias entre as cidades. Sua documentação e especificações técnicas estão regulares, possuindo um Certificado de Segurança Naval (CSN) válido até 23 de março de 2027.

Tabela 3 - Embarcação Araúna.

EMBARCAÇÃO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Araúna	18,00	7,20	0,92	47,00	23/03/2027

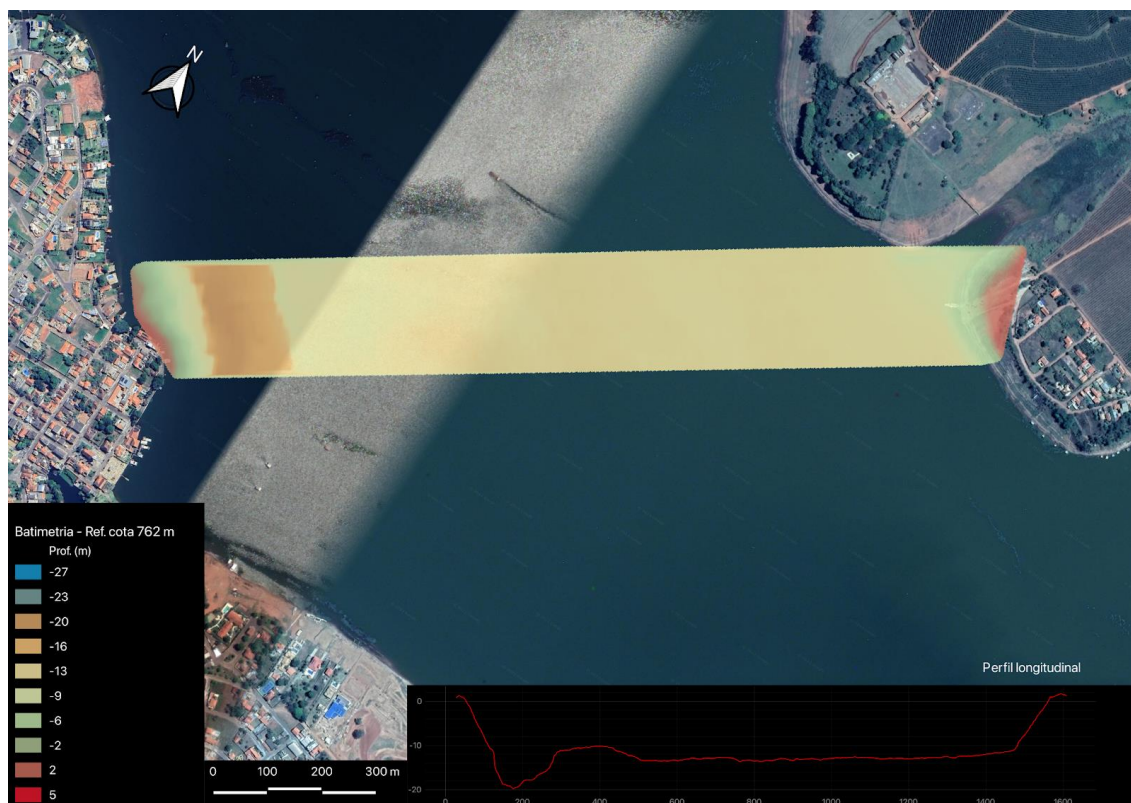
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Os acessos aos portos em Campos Gerais e Fama refletem as diferentes realidades de cada lado: de um lado, uma estrada não pavimentada e de outro, um pavimento que, apesar de mal conservado, se conecta com o sistema viário local, o que pode impactar a facilidade com que se chega aos pontos de embarque e desembarque.

Pouco desenvolvidos em termos de infraestrutura, os portos não oferecem estruturas de suporte além do abrigo para pedestres em Campos Gerais, evidenciando uma deficiência no atendimento às necessidades básicas dos usuários dos serviços portuários.

As condições topográficas sob as águas são favoráveis, permitindo a travessia de embarcações de baixo calado com segurança.

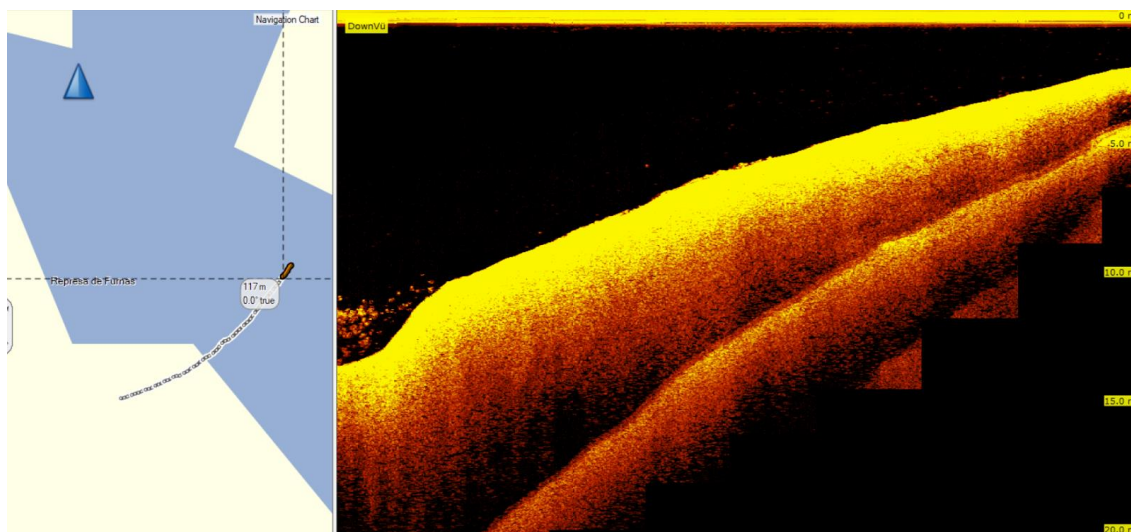
Figura 17 - Perfil batimétrico - Porto Fama.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O perfil sísmico revela um fundo arenoso adequado à navegação, com a presença de sedimentos mais finos em profundidades maiores, além de indicativos de alterações no solo mais profundo que não interferem na navegação para embarcações de pequeno porte, desde que respeitado o calado máximo sugerido de 1,5 metros.

Figura 18 - Perfil sísmico - Porto Fama.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

4.3 Porto Delfinópolis

Integrando o mapa de rotas fluviais do reservatório da UHE Mascarenhas de Moraes, o Porto de Delfinópolis representa um ponto de convergência entre os municípios de Delfinópolis e Cássia, desempenhando um papel significativo na conexão entre essas localidades.

Figura 19 - Porto Delfinópolis.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A margem em Delfinópolis dispõe de um ambiente comercial ativo, oferecendo algumas comodidades como sanitários e estacionamento, embora modesto. Por contraste, a situação em Cássia evidencia um desafio ambiental e estrutural, com a degradação do solo e da vegetação colocando em risco a estabilidade da rampa e comprometendo a integridade do ecossistema local. Os esforços de aterro visam possivelmente mitigar esses efeitos, mas sinalizam uma questão delicada que requer atenção contínua.

Figura 20 - Margens Delfinópolis.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 21 - Margens Delfinópolis.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 22 - Margens Delfinópolis.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 23 - Margens Cássia.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 24 - Margens Cássia.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 25 - Margens Cássia.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Enquanto Delfinópolis dispõe de sinalização turística e rampas de concreto adaptadas para diferentes níveis do reservatório, bem como dispositivos para amarração, a margem de Cássia parece negligenciada, com uma rampa em

condição precária e nenhuma sinalização ou sistema de segurança visível, o que aumenta os riscos associados à travessia.

Diversas embarcações estão designadas para operar neste trecho, variando em dimensões e capacidades. Destaca-se a "Canastra", robusta e apta para o transporte com um calado máximo recomendado de 1,5 metros, e com autorização para navegação até dezembro de 2026. Outras embarcações, como a "Delfinópolis I" e o "Rio Grande IV", também demonstram conformidade regulatória, assegurando a realização de travessias regulares e seguras no canal.

Tabela 4 - Embarcações em Delfinópolis.

EMBARCAÇÃO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Canastra	43,34	11,00	1,50	179,00	09/12/2026
Delfinópolis - Balsa Reserva localizada no estaleiro de FURNAS	22,00	7,25	0,85	48,00	27/06/2024
Delfinópolis I	26,03	7,18	0,79	72,00	04/10/2026
Rebocador Nossa Senhora dos Navegantes VII	11,62	5,00	Não registrado	18,00	Dispensada
Rebocador Nossa Senhora dos Navegantes X	12,75	4,90	0,65	25,00	18/04/2028
Rio Grande IV	29,83	11,98	1,20	127,00	13/11/2026
São João Batista do Glória	24,00	9,17	1,10	82,00	14/09/2026

Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Tanto em Delfinópolis quanto em Cássia, as vias de acesso são diretamente ligadas à malha viária local e atendidas por transporte público, facilitando a acessibilidade para residentes e turistas.

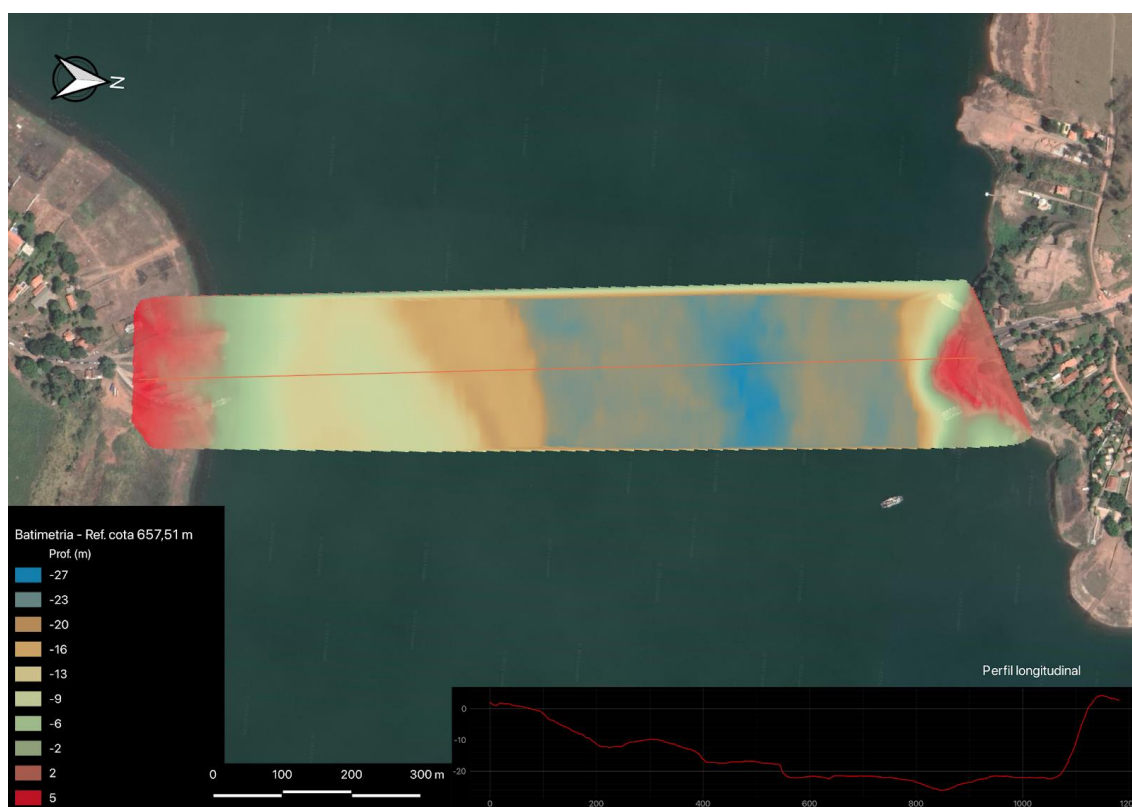
Pequenos bolsões de estacionamento e uma presença comercial podem ser encontrados nas proximidades do porto, mas a iluminação deficiente em Delfinópolis sugere a necessidade de melhorias para garantir a segurança e conforto durante o uso noturno das instalações.

A presença de atividades turísticas, como passeios de barco e mergulhos predominantemente em Delfinópolis, assim como atracadouros para embarcações privadas, requer uma gestão cuidadosa da área para garantir que

o tráfego seja conciliado com as travessias regulares, evitando interferências ou acidentes.

As margens e o centro da rota apresentam condições favoráveis à navegação, com profundidades iniciais de 2 metros que se aprofundam rapidamente, permitindo a operação mesmo com baixos níveis de água. A sugestão de um calado mais elevado para embarcações pesadas alinha-se com os dados batimétricos.

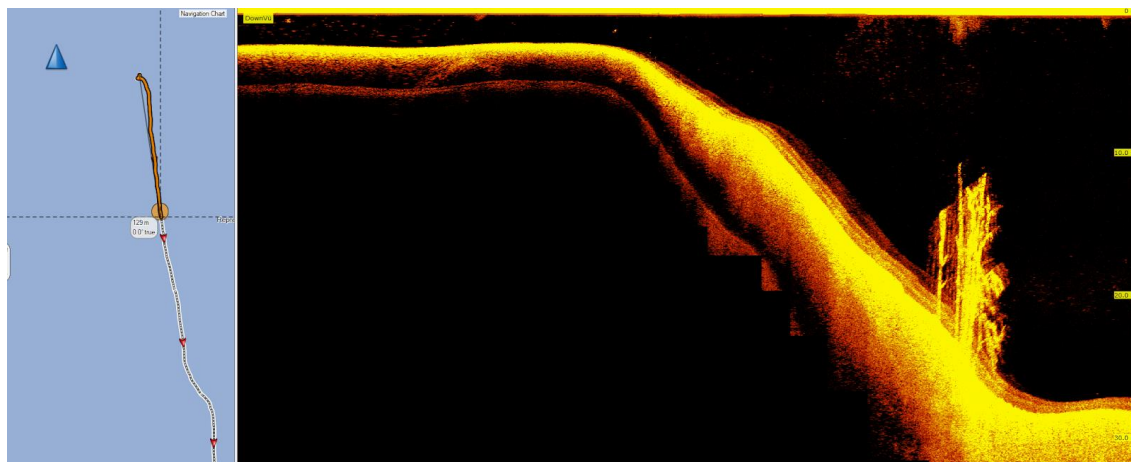
Figura 26 - Perfil batimétrico - Delfinópolis.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Adicionalmente, o perfil sísmico revela um substrato majoritariamente arenoso, propício para a navegação segura, sendo observados depósitos mais finos e a presença de formações rochosas apenas em maiores profundidades.

Figura 27 - Perfil sísmico - Delfinópolis.

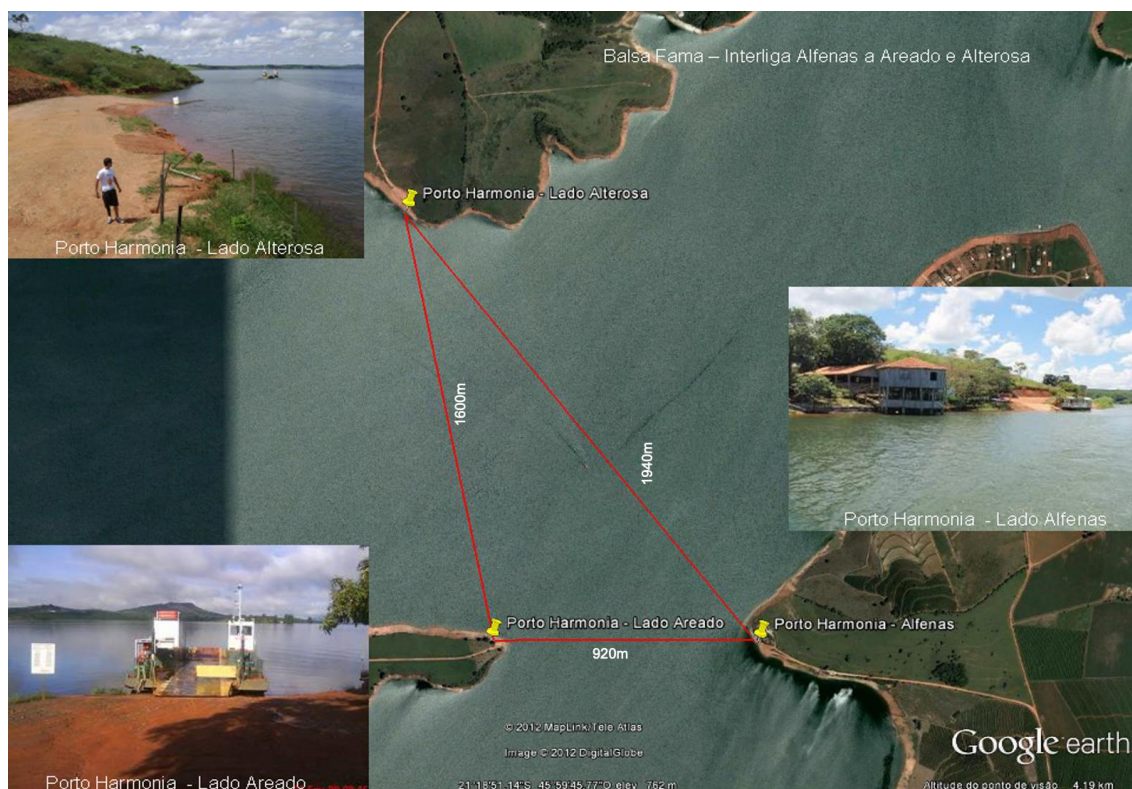


Fonte: Insight Engenharia, 2023.

4.4 Porto Harmonia

O Porto Harmonia, integrado ao reservatório da UHE Furnas, assume um papel vital na interconexão de Areado, Alterosa e Alfenas, constituindo-se como uma infraestrutura fundamental para o transporte e a comunicação entre estas localidades.

Figura 28 - Porto Harmonia.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As condições encontradas nas margens do Porto Harmonia são motivo de preocupação. Em Alfenas, a deterioração acentuada da geomorfologia do talude compromete a segura acessibilidade ao porto. Areado mostra-se em situação semelhante, com a presença de pedras soltas e solo desprotegido. Em Alterosa, embora o acesso seja provido de cascalho, a erosão evidente do talude sugere um risco iminente de assoreamento na região de atracação, fator que poderia afetar gravemente a operação portuária.

Figura 29 - Margens Alfenas.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 30 - Margens Areado.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 31 - Margens Alterosa.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As instalações de apoio neste porto são rudimentares ou inexistentes. Tanto em Areado como em Alfenas, as rampas de concreto encontram-se em estado de conservação precário e desprovidas de qualquer sistema auxiliar que garantiria a segurança, tais como balizamento e sinalização. A situação em Alterosa é ainda mais crítica, dado que nem rampa está disponível para auxiliar na transição entre terra e água.

A embarcação "Fama", atribuída ao Porto Harmonia, possui as especificações necessárias para realizar o trajeto, com uma arqueação bruta e dimensões adequadas para a navegação local. Seu CSN está em dia, promovendo confiança quanto à sua operação até 24 de maio de 2027.

Tabela 5 - Embarcação Fama.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
------------	-------	--------------------	-------------	----------------------	------------------------	-----------------

Fama	Harmonia	18,00	7,20	0,92	47,00	24/05/2027
------	----------	-------	------	------	-------	------------

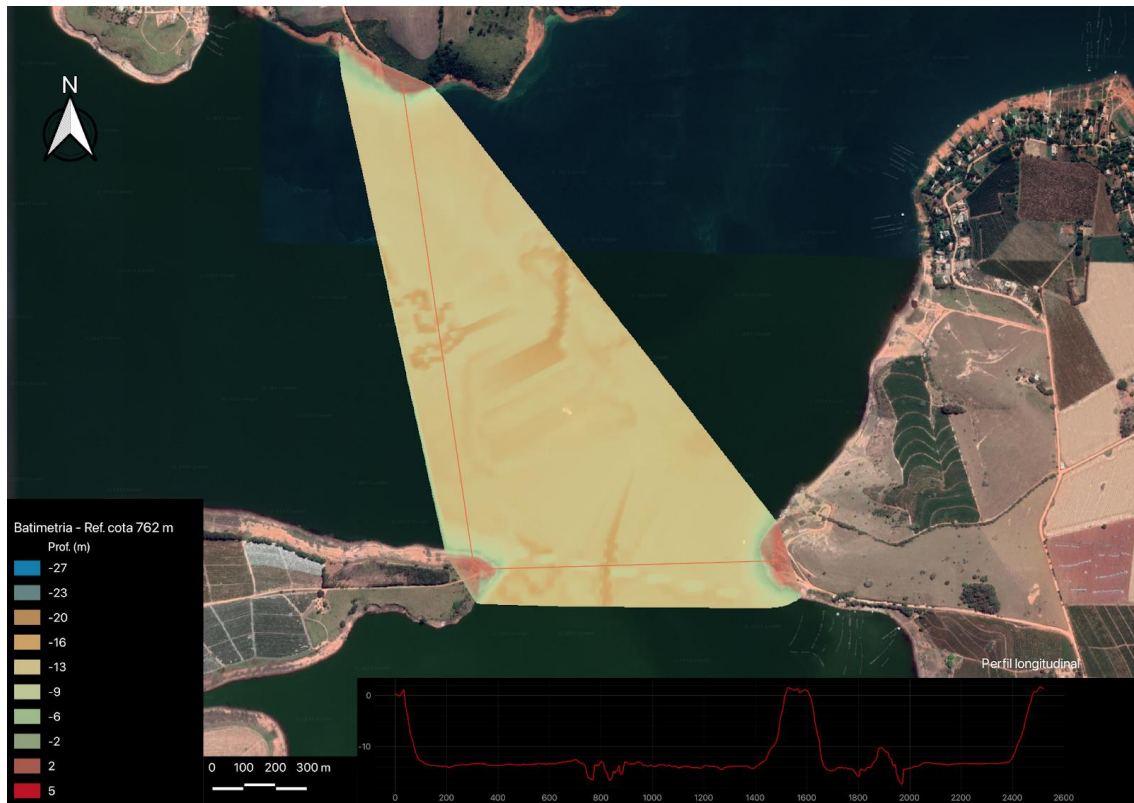
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Os caminhos que conduzem aos pontos de embarque e desembarque refletem um isolamento em relação aos centros urbanos. As estradas não pavimentadas, sem sinalização adequada, podem dificultar o acesso, especialmente em condições climáticas adversas.

Desprovido de estruturas de suporte funcional, o Porto Harmonia falha em fornecer um serviço completo aos seus usuários. Embora um abrigo coberto em Areado ofereça alguma proteção contra os elementos, esta é uma solução insuficiente quando comparada às demandas modernas de uma infraestrutura portuária.

A profundidade consistente do reservatório ao redor das margens assegura a viabilidade da travessia para embarcações de pequeno calado.

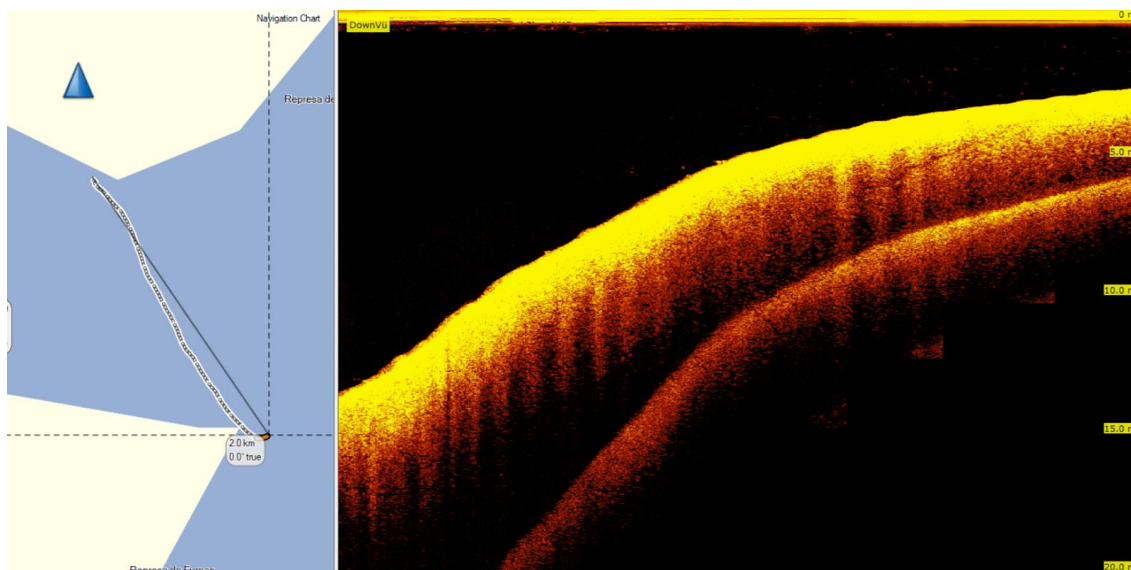
Figura 32 - Perfil batimétrico - Porto Harmonia.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O perfil sísmico identifica um leito predominantemente arenoso com a presença de sedimentos mais finos em profundidades maiores e alterações no solo rochoso a partir de uma profundidade ainda maior, o que é essencial para planejar rotas de navegação seguras.

Figura 33 - Perfil sísmico - Porto Harmonia.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A conjugação destes fatores revela um cenário no qual o Porto Harmonia demanda atenção e investimentos, tanto para remediar os problemas estruturais das margens quanto para proporcionar a segurança necessária na navegação e na utilização das instalações portuárias. A modernização e manutenção contínua são essenciais para que esta infraestrutura continue a desempenhar seu papel vital na região.

4.5 Porto Fernandes

Situado nas extensas águas do reservatório da UHE Furnas, o Porto Fernandes cria uma ponte entre os municípios de Guapé e Cristais, desempenhando um papel fundamental para a mobilidade e o desenvolvimento econômico local.

Figura 34 - Porto Fernandes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Nas margens de Cristais, o cenário é marcado pela presença de um terreno vulnerável, com solo exposto e pedras soltas que podem representar risco ao tráfego de pedestres e ao meio ambiente. Vegetação escassa e obstáculos naturais como galhos e cercas de madeira pontuam a orla, influenciando na experiência de uso do porto. Em Guapé, a situação se assemelha, evidenciando a necessidade de intervenção para restaurar e estabilizar o local, evitando erosão e outros impactos ambientais.

Figura 35 - Margens Cristais.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 36 - Margens Cristais.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 37 - Margens Guapé.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 38 - Margens Guapé.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Em ambos os lados do porto, as rampas de concreto parecem negligenciadas, com sua manutenção demandando atenção urgente. A ausência total de elementos como sinalização náutica e sistemas de balizamento eleva o risco de acidentes e torna a navegação menos segura, principalmente em condições de baixa visibilidade ou durante a noite.

A embarcação designada para operar neste trecho é o "Fernandes", cujas medidas e capacidades a tornam adequada para as águas do reservatório. A embarcação mantém-se regularizada, com seu Certificado de Segurança Naval (CSN) válido até 13 de setembro de 2027, assegurando seu funcionamento conforme as normativas vigentes.

Tabela 6 - Embarcação Fernandes.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Fernandes	Fernandes	18,00	7,20	0,92	47,00	13/09/2027

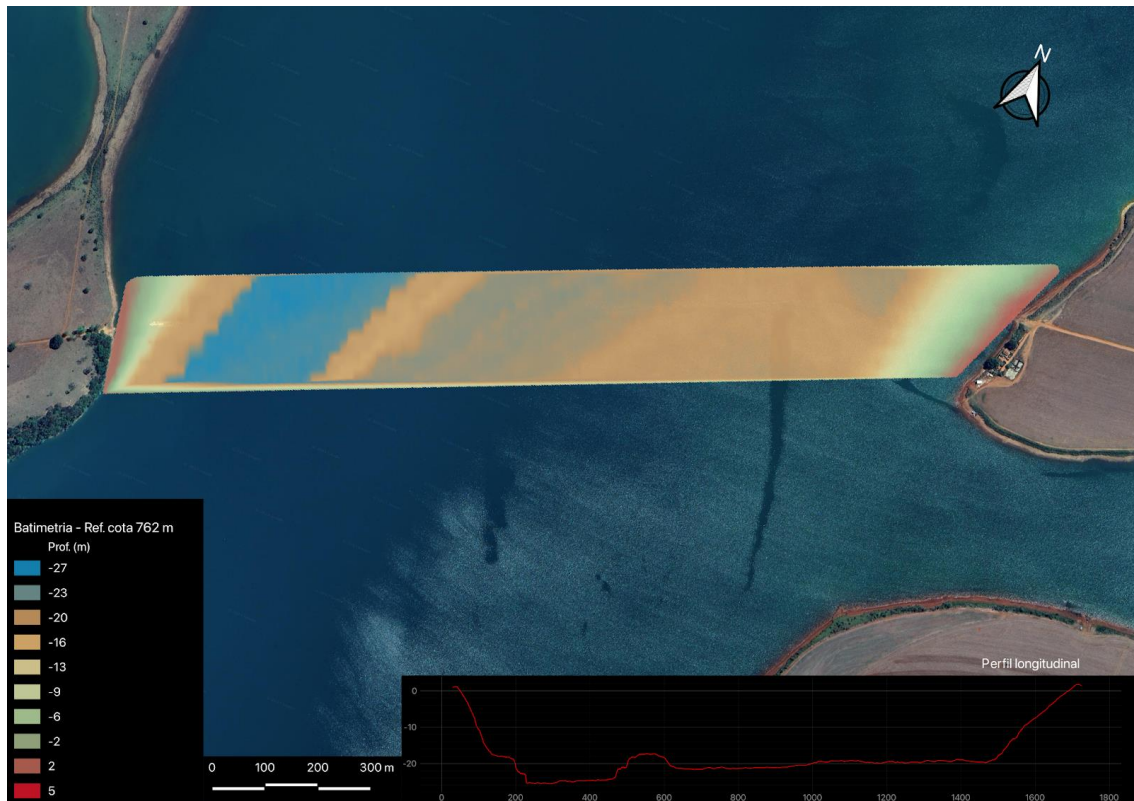
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Os acessos para as atividades de embarque e desembarque em ambos os municípios oferecem desafios logísticos, uma vez que são feitos por estradas vicinais não pavimentadas que se encontram afastadas das zonas urbanas, o que pode complicar o trajeto para os usuários, sobretudo em períodos chuvosos ou de menor visibilidade.

Evidencia-se uma lacuna significativa em relação à infraestrutura de apoio no Porto Fernandes. A falta de estacionamentos adequados, serviços de apoio e instalações sanitárias comprometem a qualidade e a segurança do local, limitando a experiência e a comodidade dos usuários.

As informações batimétricas indicam condições favoráveis para a navegação de embarcações com baixo calado, com profundidades mínimas de 2 metros, tornando viável a mobilidade aquaviária.

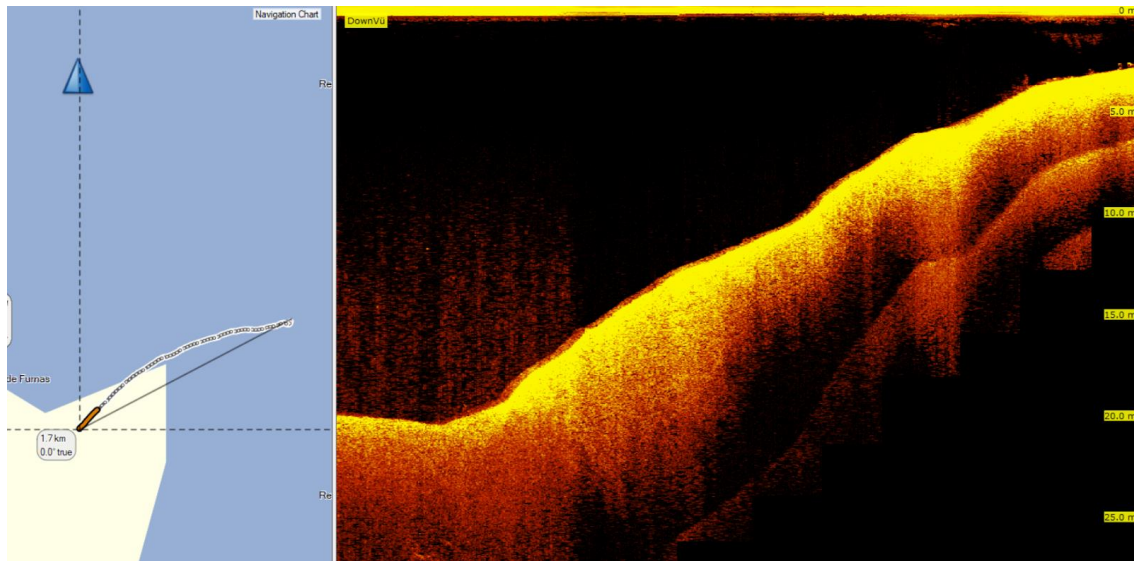
Figura 39 - Perfil batimétrico - Porto Fernandes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Quanto ao perfil sísmico, a constatação de um leito preponderantemente arenoso facilita a passagem de pequenas e médias embarcações. A presença de formações sólidas é levada em consideração apenas em níveis de profundidade que, em geral, não afetam a navegação nas condições usuais do reservatório.

Figura 40 - Perfil sísmico - Porto Fernandes.



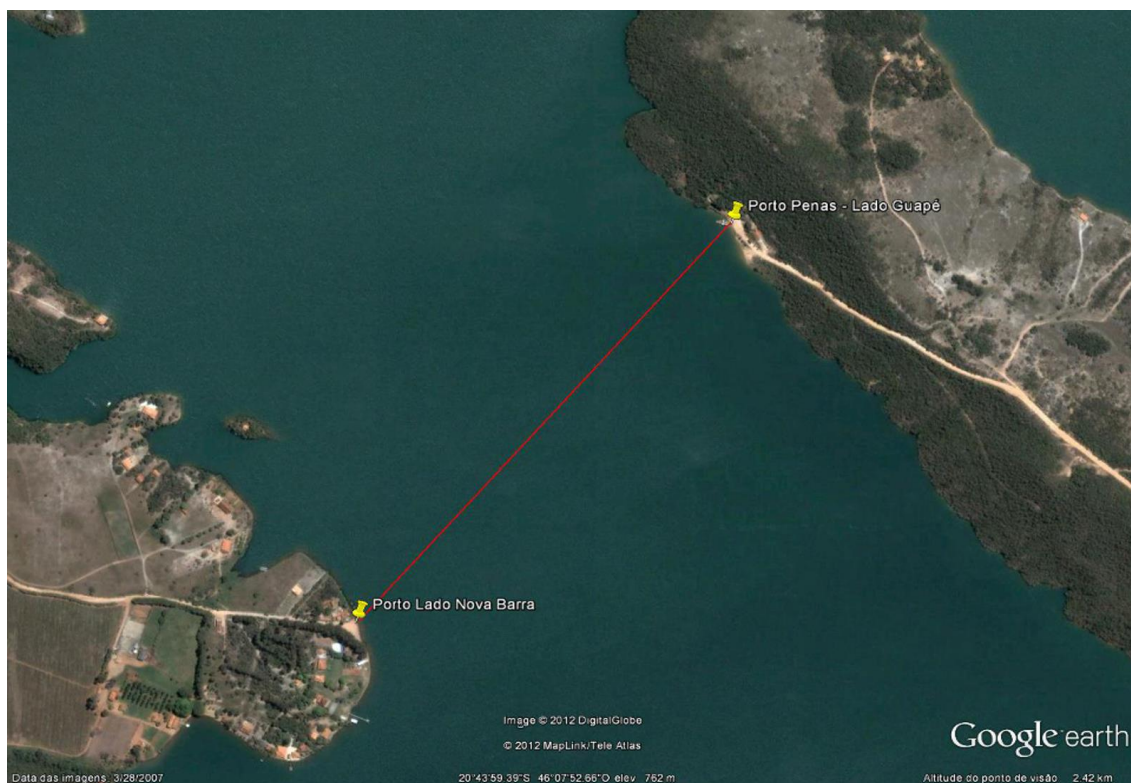
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Diante destas observações, é perceptível que o Porto Fernandes requer investimentos consideráveis para melhorar a segurança das margens, o acesso ao porto e a inexistente infraestrutura de apoio. Tais aprimoramentos são essenciais para assegurar a continuidade e a eficiência deste ponto de travessia, essencial para a dinâmica social e econômica das comunidades que interliga.

4.6 Porto Pontal/Penas

O Porto Pontal/Penas, situado no coração do reservatório da UHE Furnas, estabelece um canal de navegação entre Guapé e São José da Barra, apresentando-se como uma via importante para o transporte e conexão entre estas localidades.

Figura 41 - Porto Pontal/Penas.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As condições atuais das margens em ambas as localidades, Guapé e São José da Barra, são preocupantes. A falta de vegetação protetora e a presença de solo exposto, junto com as pedras soltas, indicam um quadro de vulnerabilidade ambiental e risco potencial aos frequentadores, que pode ser exacerbado em períodos de chuva e erosão acelerada.

Figura 42 - Margens Guapé.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 43 - Margens São José da Barra.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A infraestrutura de auxílio para a travessia náutica é praticamente inexistente. Falta de rampas de concreto e ausência total de sistemas como sinalização e balizamento são lacunas críticas que aumentam os riscos das operações de embarque e desembarque, podendo levar a incidentes que comprometem não somente a segurança dos usuários, mas também a integridade das embarcações.

No que diz respeito às embarcações, a embarcação Guapé é a principal embarcação a realizar o percurso entre Guapé e São José da Barra. Com dimensões adequadas à demanda da região e um calado que permite a circulação mesmo com reservatório baixo, esta embarcação possui a documentação necessária atualizada, vigente até 20 de setembro de 2026.

Tabela 7 - Embarcação Guapé.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Guapé	Pontal/Penas	18,00	7,20	0,92	47,00	20/09/2026

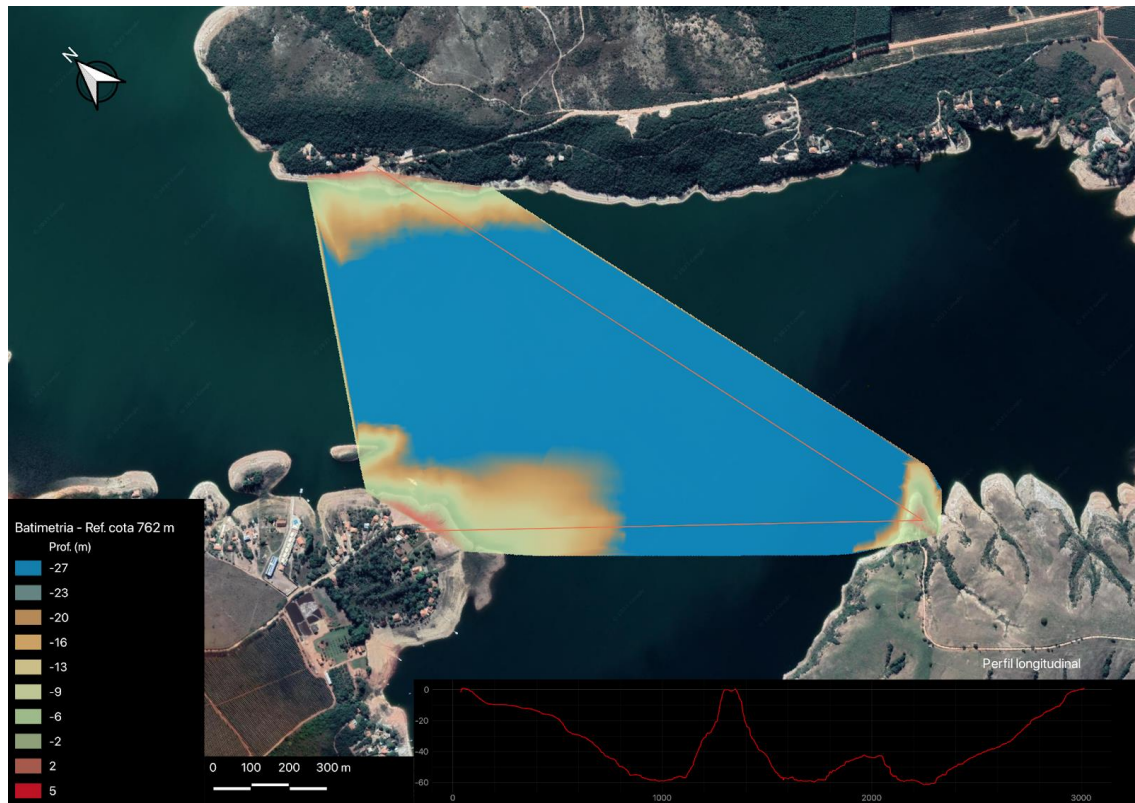
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Os usuários dos serviços do Porto Pontal/Penas necessitam percorrer caminhos vicinais não pavimentados para chegar aos pontos de embarque e desembarque. Estas vias, afastadas da malha urbana, podem ser desafiadoras, principalmente para aqueles que não estão acostumados com rotas rurais ou em condições adversas de tempo.

É notória a carência de estruturas de suporte essenciais ao bom funcionamento de um porto. A ausência de estacionamentos organizados, serviços de apoio ao usuário e instalações sanitárias compromete a qualidade e eficácia do Porto Pontal/Penas, podendo desencorajar o seu uso e afetar negativamente a rotina das populações locais.

A análise batimétrica sugere que a região é propícia para a navegação, especialmente de embarcações de pequeno e médio porte, tendo em vista a existência de profundidades adequadas.

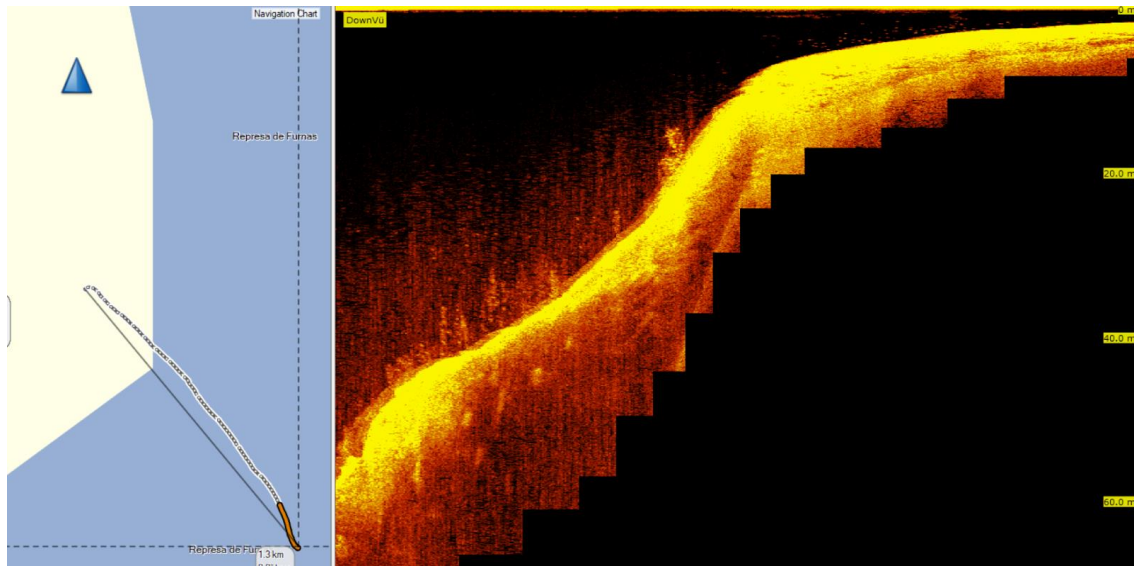
Figura 44 - Perfil batimétrico - Porto Pontal/Penas.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O padrão sísmico do leito do reservatório mostra-se majoritariamente arenoso com áreas de acumulação de sedimentos mais finos em profundidades maiores, proporcionando condições estáveis para a navegação na área.

Figura 45 - Perfil sísmico - Porto Pontal/Penas.



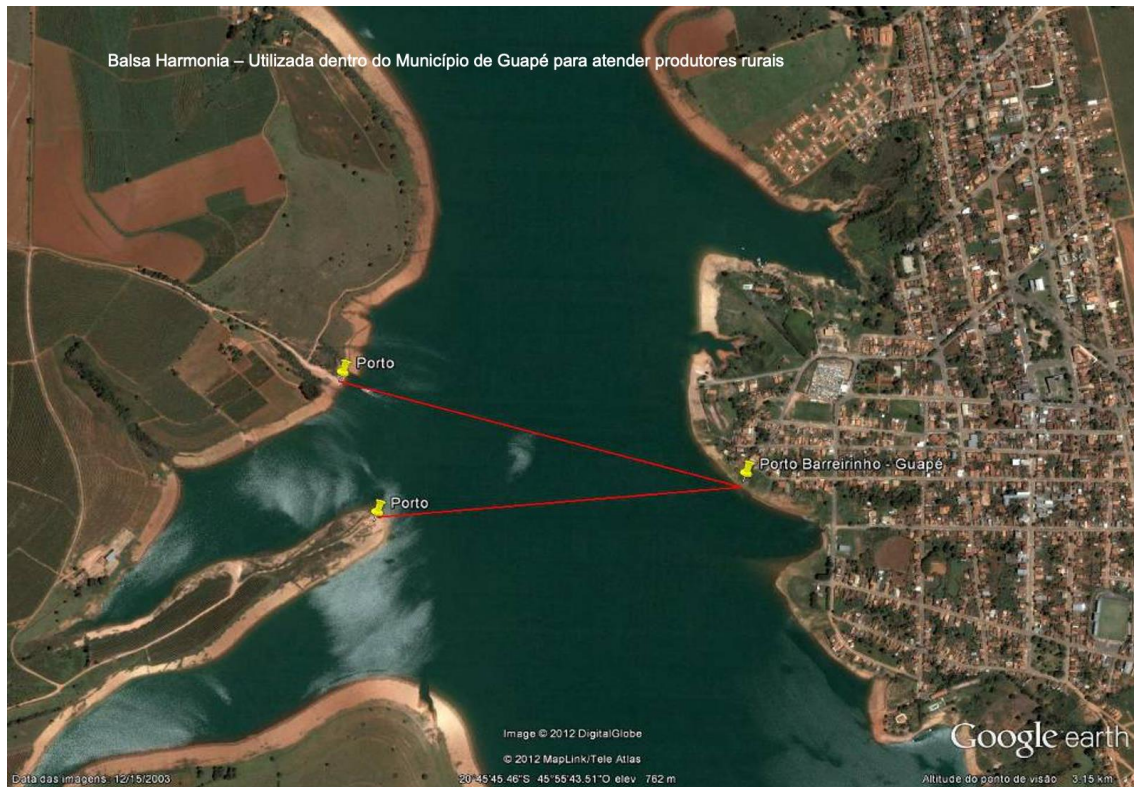
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Este panorama evidencia o potencial do Porto Pontal/Penas como um ponto de conexão entre Guapé e São José da Barra, ao mesmo tempo que destaca a necessidade premente de investimento em infraestrutura e preservação ambiental, com o intuito de otimizar a segurança, a acessibilidade e a sustentabilidade das operações portuárias nesse segmento do reservatório.

4.7 Porto Barreirinho

O Porto Barreirinho é uma infraestrutura chave localizada no reservatório da UHE Furnas, desempenhando um papel essencial na logística de escoamento da produção rural de Guapé e região.

Figura 46 - Porto Barreirinho.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Integrado ao urbanismo de Guapé, o Porto Barreirinho está em uma área onde a interferência humana é evidente, com construções particulares e um recuo da vegetação nativa em relação à linha d'água. A exposição do solo, sem a proteção adequada da vegetação, pode acarretar problemas de erosão e instabilidade. Nos pontos opostos de embarque e desembarque, as condições são similares, com a ausência significativa de uma infraestrutura que suporte a atividade portuária, embora as edificações não estejam presentes.

Figura 47 - Margens Guapé.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 48 - Margens opostas ao porto Barreirinhos.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Figura 49 - Margens opostas ao porto Barreirinhos.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A precariedade na infraestrutura de sustentação ao tráfego náutico se estende por toda a operação do porto, faltando rampas de concreto e sistemas de apoio como sinalização e balizamento, tornando o processo de embarque e desembarque uma tarefa potencialmente arriscada, especialmente em condições de visibilidade reduzida ou durante a noite.

O Porto Barreirinho conta com a embarcação "Harmonia" para o cumprimento de suas rotas aquáticas. A embarcação possui características adequadas para a navegação no trecho e está enquadrada nas regulamentações de segurança, comprovado por um CSN válido até 19 de janeiro de 2027.

Tabela 8 - Embarcação Harmonia.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Harmonia	Barreirinho	18,00	7,20	0,92	47,00	19/01/2027

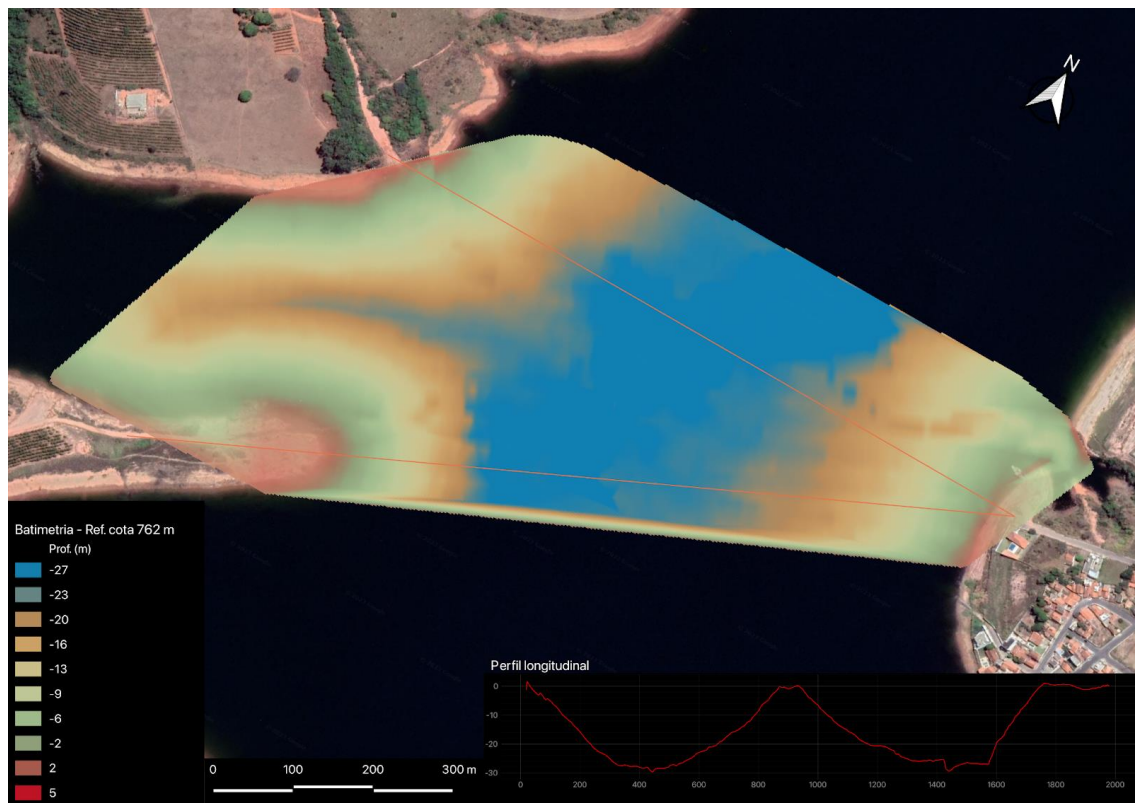
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As vias de acesso direto ao porto são extensões da malha viária local, com descontinuidade na pavimentação. Este aspecto coloca em evidência a necessidade de melhoria na infraestrutura de acessibilidade para os usuários do porto, especialmente durante o transporte de cargas relacionadas à produção agrícola.

O suporte básico para os usuários é inexistente nas proximidades do Porto Barreirinho. Estruturas como estacionamentos, banheiros e outros serviços de apoio são elementos fundamentais que ainda precisam ser desenvolvidos.

A batimetria é favorável à continuidade das operações portuárias, com profundidades iniciando em cerca de 2 metros, permitindo a navegação de embarcações de pequeno e médio porte mesmo em períodos de baixa precipitação.

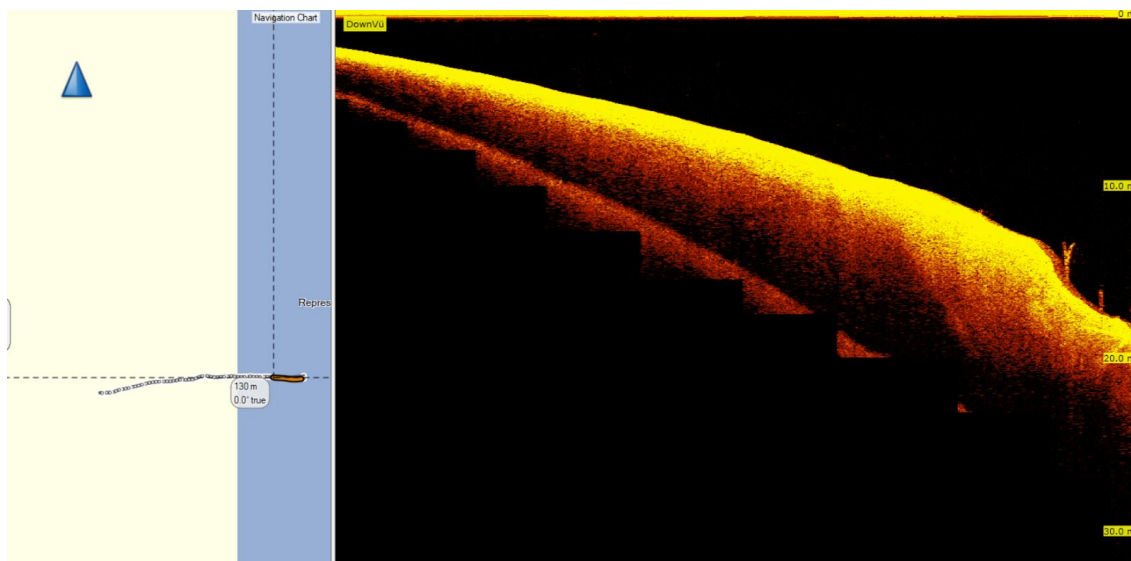
Figura 50 - Perfil batimétrico - Porto Barreirinho.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O perfil sísmico mostra um substrato favorável para a navegação, com fundo predominantemente arenoso e depósitos de sedimentos mais finos em locais de maior profundidade, não apresentando obstáculos significativos ao tráfego de embarcações.

Figura 51 - Perfil sísmico - Porto Barreirinho.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O Porto Barreirinho claramente cumpre uma função relevante para a economia rural local, embora esteja evidenciada a necessidade urgente de investimentos e a implementação de práticas de manejo e conservação ambiental. Essas melhorias não só irão otimizar a segurança e a eficiência da operação portuária, como também contribuirão para a preservação do reservatório da UHE Furnas e da qualidade de vida das comunidades envolvidas.

4.8 Porto Itapiché

O Porto Itapiché encontra-se estrategicamente situado no reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Furnas, proporcionando ligação entre o município de Carmo do Rio Claro e a comunidade de Itapiché. Este elo é vital para as operações locais e a mobilidade das populações envolvidas.

Figura 52 - Porto Itapiché.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A margem em Itapiché caracteriza-se pela presença de vegetação nativa que se estende até perto da linha d'água, indicando uma relação equilibrada com o ambiente aquático. Contudo, é notória a existência de solo exposto e vestígios de entulho, aspectos que demandam atenção para evitar a degradação ambiental.

Figura 53 - Margens Itapiché.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Similarmente à situação em Itapiché, nas margens em Carmo do Rio Claro a vegetação é abundante, mas também se observa áreas de solo exposto e acúmulo de pedras próximas ao ponto de acesso às embarcações, evidenciando potencial para erosão e outros problemas ambientais.

Figura 54 - Margens Carmo do Rio Claro.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As estruturas presentes, como rampas de concreto, encontram-se em estado precário de conservação em ambas as margens. A ausência de sistemas de salvamento como boias de resgate ou equipe preparada, sinalização adequada e balizamento, bem como defensas e outros apoios navegacionais, levanta preocupações significativas relacionadas à segurança e eficiência na travessia pelo porto.

Abaixo, são apresentadas as especificações da embarcação alocada para o percurso do Porto Itapiché:

Tabela 9 - Embarcação Itapiché.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Itapiché	Itapiché	18,00	7,20	0,92	47,00	20/07/2027

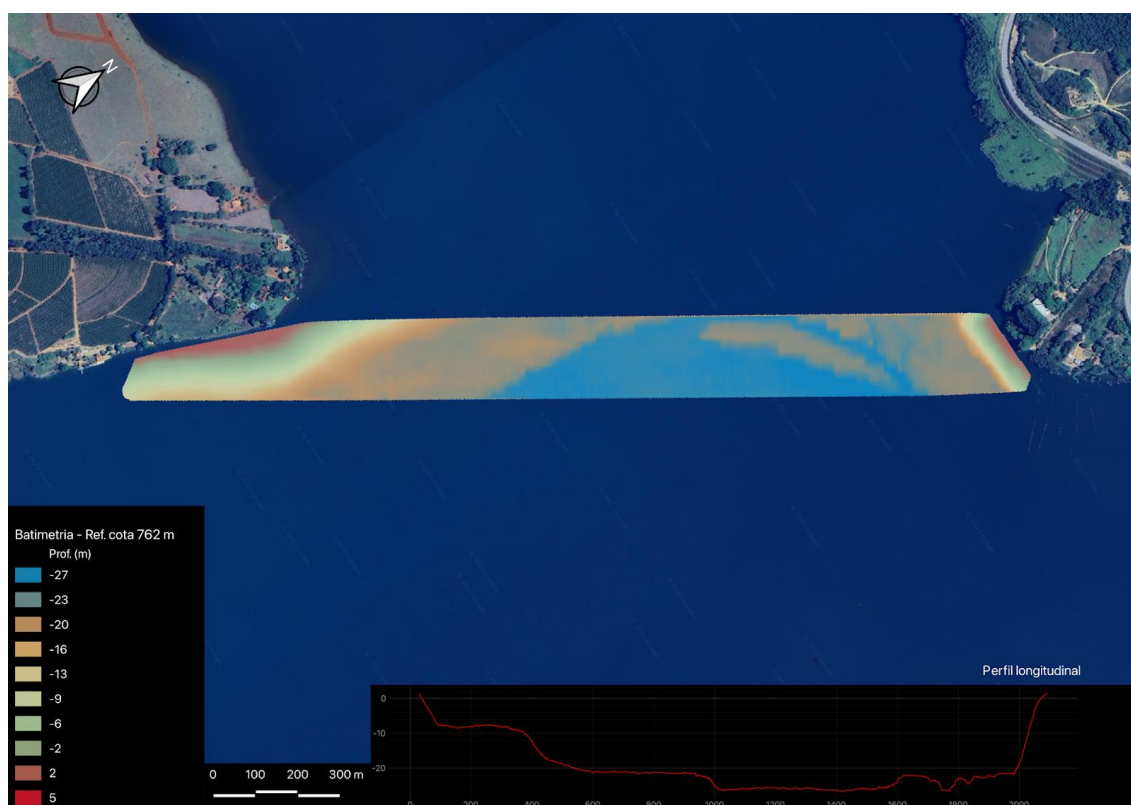
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O acesso aos pontos de embarque e desembarque é realizado por vias vicinais não pavimentadas, o que pode comprometer a logística de chegada e saída dessas localidades, principalmente em períodos chuvosos.

Não há estruturas de suporte como estacionamentos, serviços de apoio ou sanitários em nenhuma das margens. Esta carência impacta diretamente a experiência e conforto dos usuários do porto.

O perfil batimétrico das margens indica uma profundidade média de 2 metros, aumentando rapidamente para mais de 6 metros. Especificamente para este segmento, um calado máximo de 1,5 metros é recomendado, viabilizando a passagem de embarcações de pequeno porte mesmo em períodos de baixa vazante.

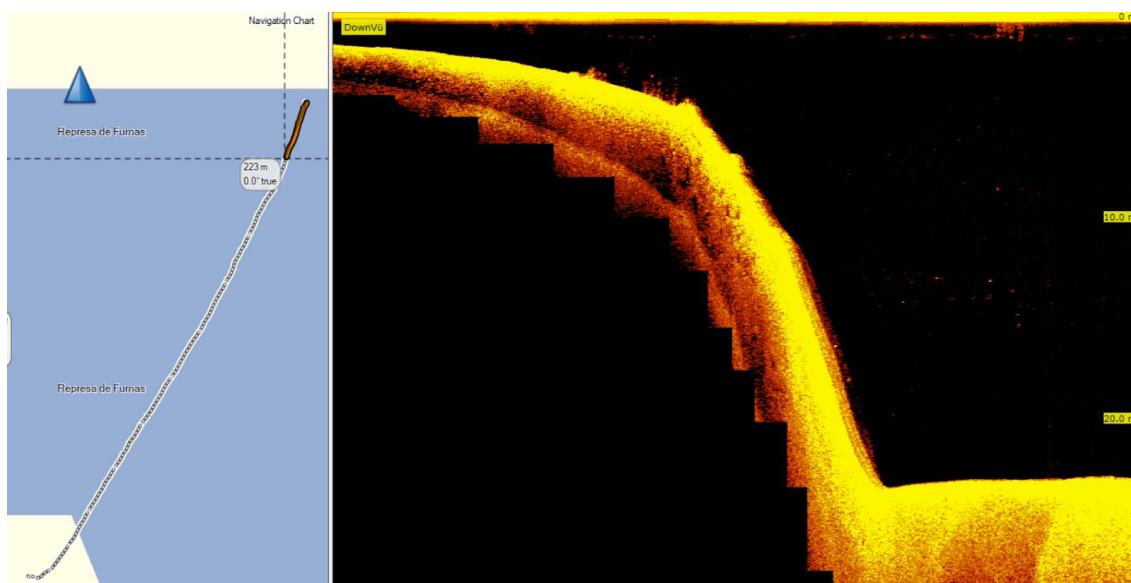
Figura 55 - Perfil batimétrico - Porto Itapiché.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A configuração sísmica do leito do reservatório, nas proximidades do Porto Itapiché, revela um fundo predominantemente arenoso até 4 metros de profundidade, seguido por sedimentos lamosos e silte mais adiante. Em maiores profundidades, superiores a 6 metros nas margens e chegando a 35 metros no centro da rota de navegação, há indícios de solo oriundo de alteração de rocha ou presença de topo rochoso.

Figura 56 - Perfil sísmico - Porto Itapiché.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Essas avaliações são instrumentos fundamentais para a gestão e planejamento de ações voltadas à preservação ambiental, segurança e melhoria das condições de navegação e infraestrutura do Porto Itapiché.

4.9 Porto Pontalete

O Porto de Pontalete, situado no reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas, representa um importante ponto de conexão e comércio entre as cidades de Paraguaçu, Eloi Mendes e Três Pontas.

Figura 57 - Porto Pontalete.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Paraguaçu: A área exibe sinais de deterioração, com solo exposto significativo, taludes em processo de erosão, pedras e galhos espalhados nos arredores, indicando potencial risco ambiental e para os usuários.

Figura 58 - Margens Paraguaçu.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Eloi Mendes: A vegetação rasteira predomina, e a visibilidade de solo exposto é menor quando comparada com Paraguaçu, indicando uma melhor condição das margens.

Figura 59 - Margens Eloi Mendes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Três Pontas: A presença de construções próximas à margem sinaliza um nível mais avançado de urbanização da área, o que pode acarretar outras questões ambientais e de regulação.

Figura 60 - Margens Três Pontas.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Constata-se que em Paraguaçu e Eloi Mendes, os abrigos para passageiros estão em condições precárias e há uma ausência de infraestruturas fundamentais como sinalização, balizamento e defensas. Três Pontas também carece dessas estruturas, embora contenha rampas de embarque e desembarque de concreto, que, no entanto, estão mal preservadas.

A embarcação responsável por operar na rota do Porto de Pontalete é detalhada na tabela abaixo:

Tabela 10 - Embarcação Pontalete.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
------------	-------	--------------------	-------------	----------------------	------------------------	-----------------

Pontalete	Pontalete	18,00	7,20	0,92	47,00	15/09/2026
-----------	-----------	-------	------	------	-------	------------

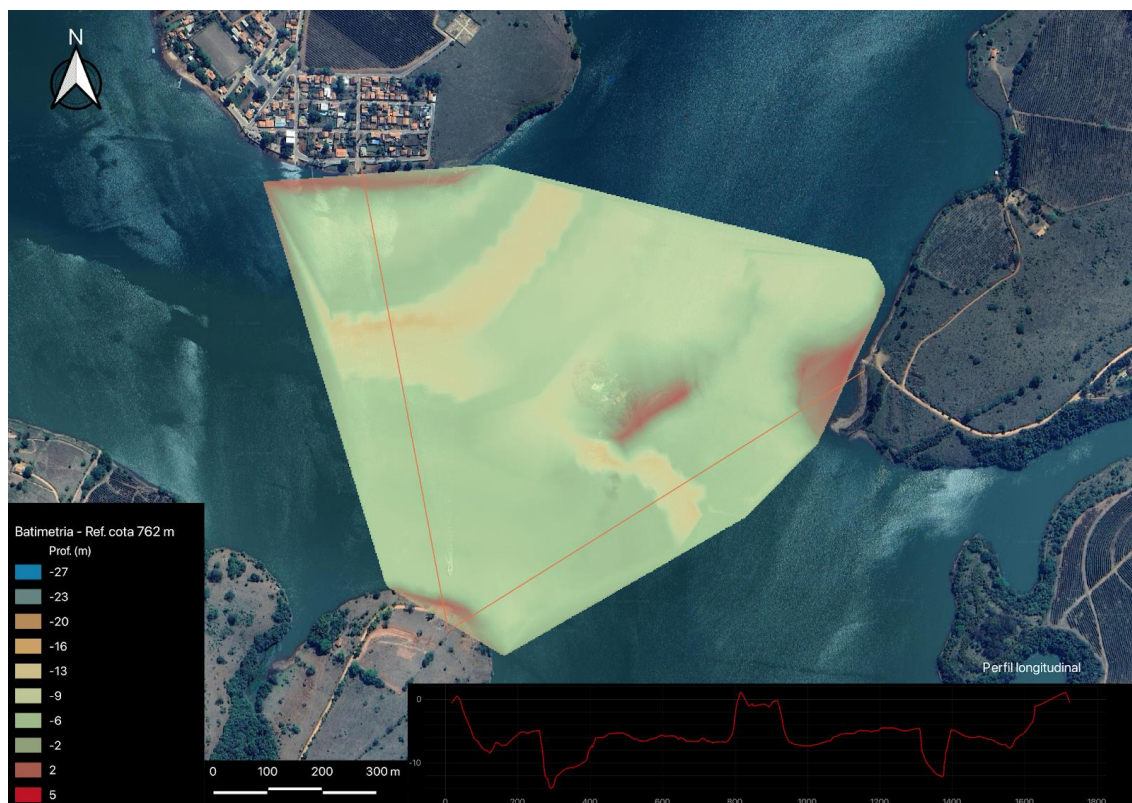
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A acessibilidade varia conforme o município: enquanto em Eloi Mendes e Paraguaçu o acesso ocorre por estradas não pavimentadas e mais afastadas dos centros urbanos, em Três Pontas, o acesso é facilitado pela integração com a malha viária local.

Em Três Pontas é possível encontrar uma infraestrutura de apoio mais desenvolvida, com serviços oferecidos por comércios locais. Já em Paraguaçu e Eloi Mendes, a situação é precária, limitando-se a abrigos cobertos e em más condições.

A profundidade das águas junto às margens de Três Pontas e Paraguaçu é estimada em cerca de 2 metros, aumentando rapidamente para até 9 metros, o que é adequado para embarcações de pequeno porte. Em Eloi Mendes, há uma distância maior até alcançar profundidades navegáveis, especialmente quando o nível do reservatório está na cota 762 metros. Recomenda-se um calado máximo de 1,5 metros nesses locais.

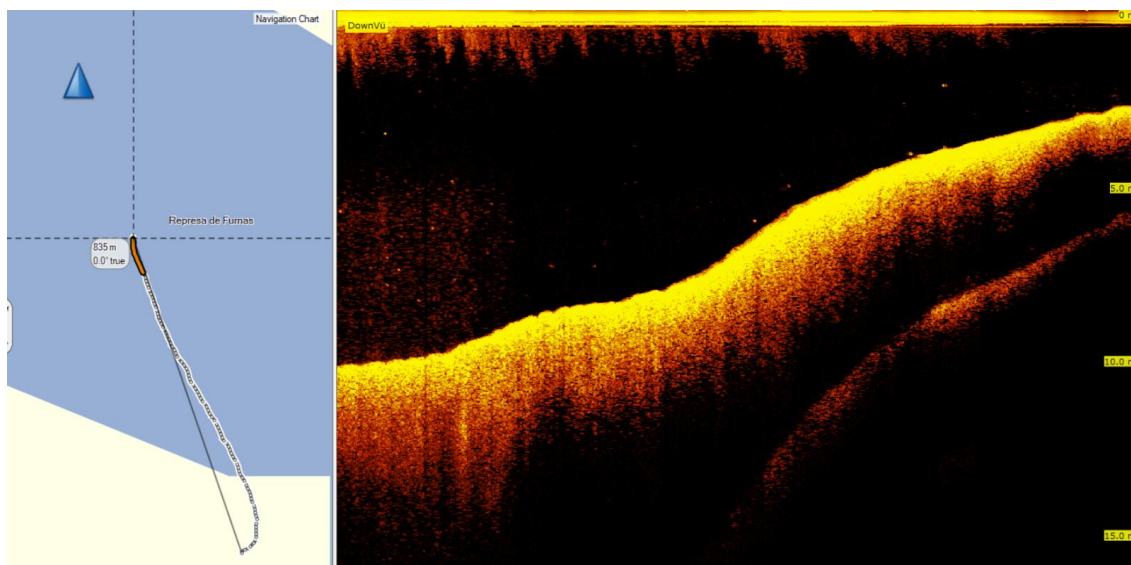
Figura 61 - Perfil batimétrico - Porto Pontalete.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As análises sísmicas indicam que o leito do reservatório é predominantemente arenoso até 4 metros de profundidade, com acúmulo subsequente de sedimentos lamosos e silte. Somente em profundidades superiores a 5 metros nas margens e 17 metros no canal de navegação é que se detectam indícios de solo resultante da alteração de rochas ou presença de topo rochoso.

Figura 62 - Perfil sísmico - Porto Pontalete.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O desenvolvimento sustentável do Porto de Pontalete necessita de melhorias nas condições de infraestrutura e conservação ambiental, visando garantir a segurança e a eficiência nos serviços prestados às comunidades envolvidas e ao tráfego comercial da região.

4.10 Porto Mendes

Localizado em um ponto estratégico do reservatório da UHE Furnas, o Porto Mendes desempenha um papel fundamental na conexão entre os municípios de Campo Belo e Nepomuceno.

Figura 63 - Porto Mendes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Campo Belo: Os arredores do ponto de embarque e desembarque apresentam solo exposto e acúmulo de galhadas, o que evidencia a necessidade de ações para a recuperação e manutenção ambiental dessa área.

Figura 64 - Margens Campo Belo.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Nepomuceno: A presença de vegetação rasteira indica uma menor interferência humana e uma possível proteção das margens contra processos erosivos. Todavia, em ambas as localidades, há edificações próximas às margens, o que requer atenção quanto à regulação e impactos ambientais.

Figura 65 - Margens Nepomuceno.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O quadro para apoio à travessia é deficitário, sendo notável a existência de uma rampa de embarque e desembarque em Nepomuceno. No entanto, sinalização, balizamento e estruturas de segurança como defensas estão ausentes nos dois pontos, aumentando os riscos associados à navegação.

Os detalhes da embarcação a serviço do Porto Mendes estão descritos a seguir:

Tabela 11 - Embarcação - Porto Mendes.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
Saliba	Mendes	18,00	7,20	0,92	47,00	25/02/2027

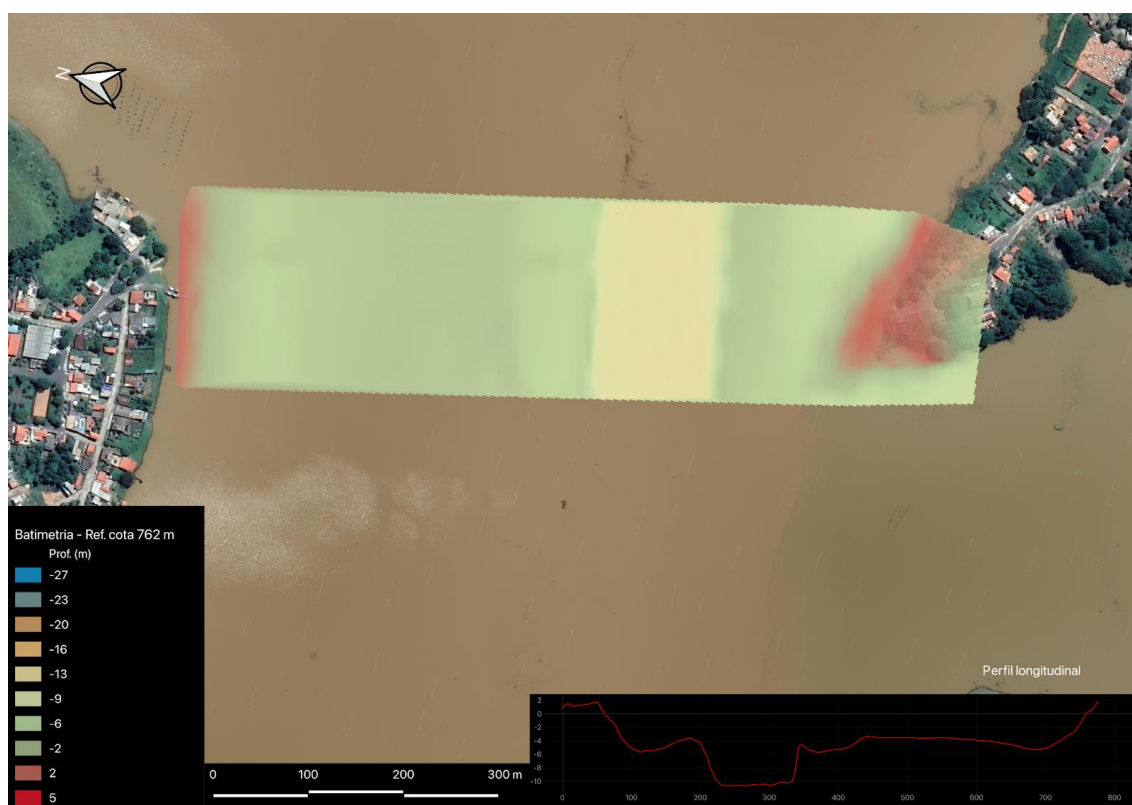
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Ambos os pontos de travessia são facilmente acessíveis pelo prolongamento da malha viária urbana, o que é uma característica positiva para os usuários locais e para a logística de transporte.

Nenhuma das margens dispõe de estruturas de suporte adequadas além de abrigos cobertos em estado precário, denotando a falta de investimento em facilidades básicas que otimizem a experiência do usuário ao embarcar ou desembarcar no Porto Mendes.

As margens apresentam profundidades iniciando em 2 metros, com aceleração para mais de 6 metros, permitindo a travessia de embarcações de baixo calado, inclusive durante períodos de níveis reduzidos de água. Recomenda-se um calado máximo de 1,5 metros para garantir uma navegação segura neste trecho.

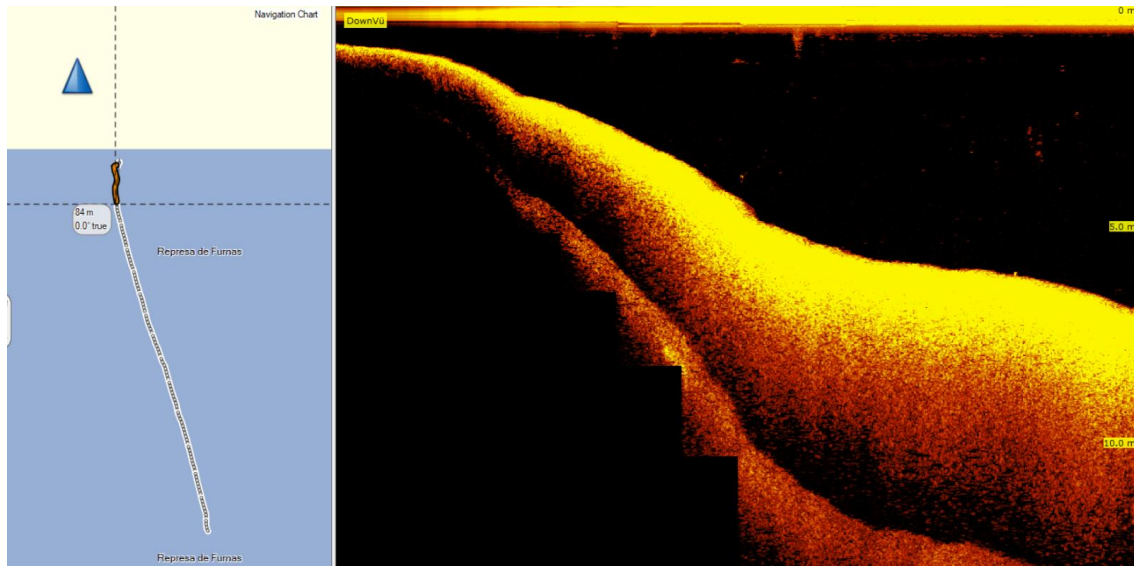
Figura 66 - Perfil batimétrico - Porto Mendes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A análise sísmica desvenda um fundo majoritariamente arenoso até a marca de 3 metros de profundidade, mudando para sedimentos lamosos e silte adiante. Indicações de alterações no solo ou a presença de topo rochoso são reconhecidas a profundidades maiores, acima de 4 metros nas margens e 10 metros na via central de navegação.

Figura 67 - Perfil sísmico - Porto Mendes.



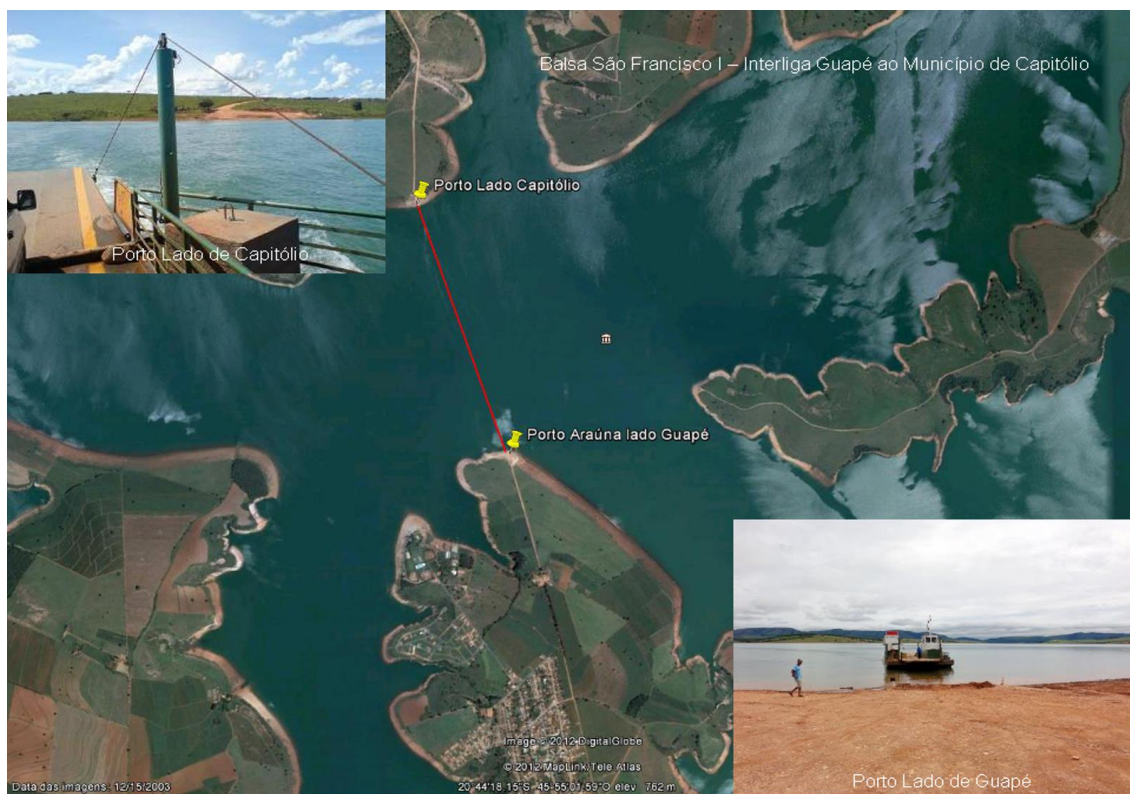
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O Porto Mendes requer uma atenção especial às suas condições estruturais e ambientais para que continue atendendo às necessidades das comunidades que dependem de suas operações, bem como promover a integração sustentável e segura entre Campo Belo e Nepomuceno.

4.11 Porto Araúna

O Porto Araúna constitui um ponto vital na rede de transporte e logística do reservatório da UHE Furnas, essencial para a ligação entre as localidades de Capitólio e Guapé, pontos de relevante atividade econômica e turística.

Figura 68 - Porto Araúna.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Guapé: Observa-se solo exposto e a presença de pedras soltas, indicando a necessidade de intervenções para estabilização e proteção das margens. As edificações nas proximidades do ponto de embarque e desembarque requerem uma avaliação da sua influência na dinâmica costeira e meio ambiente.

Figura 69 - Margens Guapé.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Capitólio: Condições similares são encontradas, com solo exposto e pedras que podem representar riscos tanto para a segurança quanto para a integridade do ambiente lacustre.

Figura 70 - Margens Capitólio.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Em Guapé, existem duas rampas de concreto que facilitam as operações de embarque e desembarque, embora em ambas as localidades a falta de sinalização, balizamento e defensas seja um ponto crítico que compromete a segurança da navegação.

Segue a apresentação das especificações da embarcação em operação no Porto Araúna:

Tabela 12 - Embarcação - Porto Araúna.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
São Francisco I	Araúna	18,00	7,20	0,92	47,00	20/09/2026

Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O acesso em Guapé é facilitado pela extensão da malha viária urbana, enquanto em Capitólio os usuários precisam percorrer uma estrada vicinal não

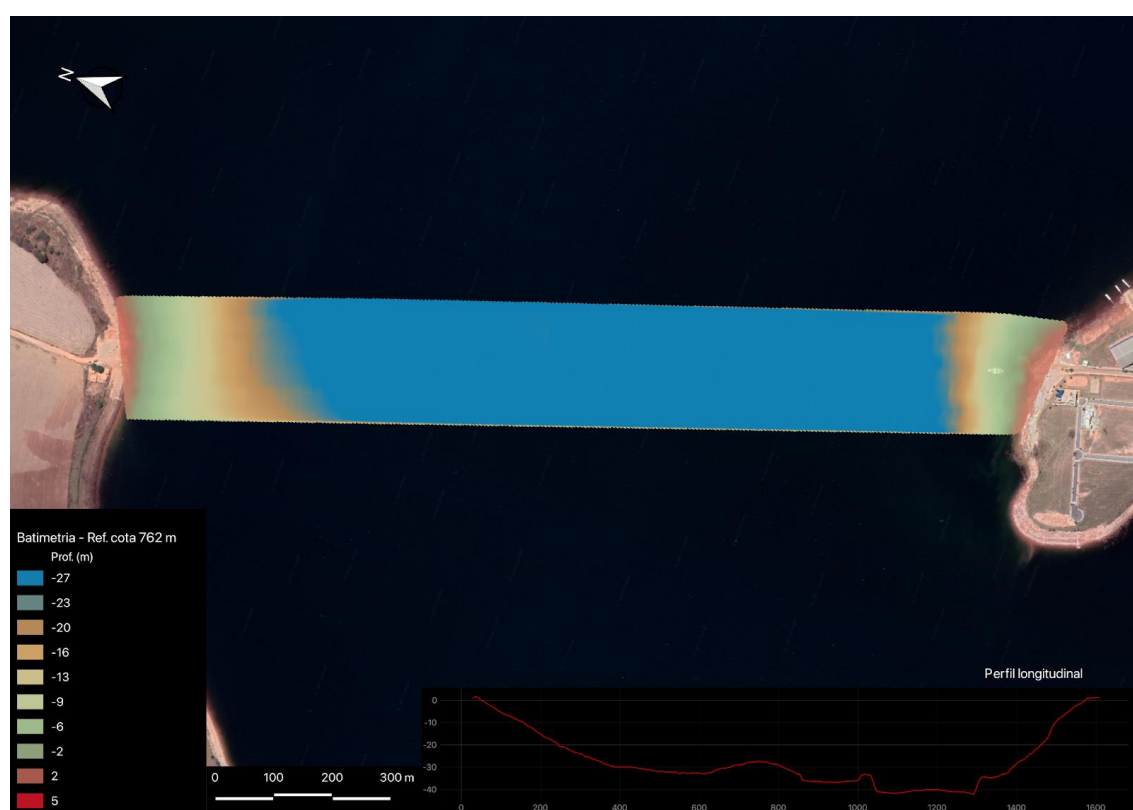
pavimentada, potencialmente dificultando o trânsito em condições meteorológicas desfavoráveis.

Infelizmente, constata-se a ausência de estruturas de suporte tais como estacionamentos, serviços de apoio ou sanitários em ambos os lados do porto, impondo limitações à comodidade e ao serviço oferecido.

Em Guapé, a presença de um condomínio particular em construção e uma marina podem gerar tráfego adicional de embarcações particulares, o que necessita de gestão para evitar conflitos de rota e garantir a segurança na navegação.

A profundidade na área de atuação do porto inicia com cerca de 2 metros, intensificando-se rapidamente para mais de 6 metros, condição que assegura a navegação de embarcações de pequeno porte. O calado máximo sugerido para essa região é de 1,5 metros.

Figura 71 - Perfil batimétrico - Porto Araúna.

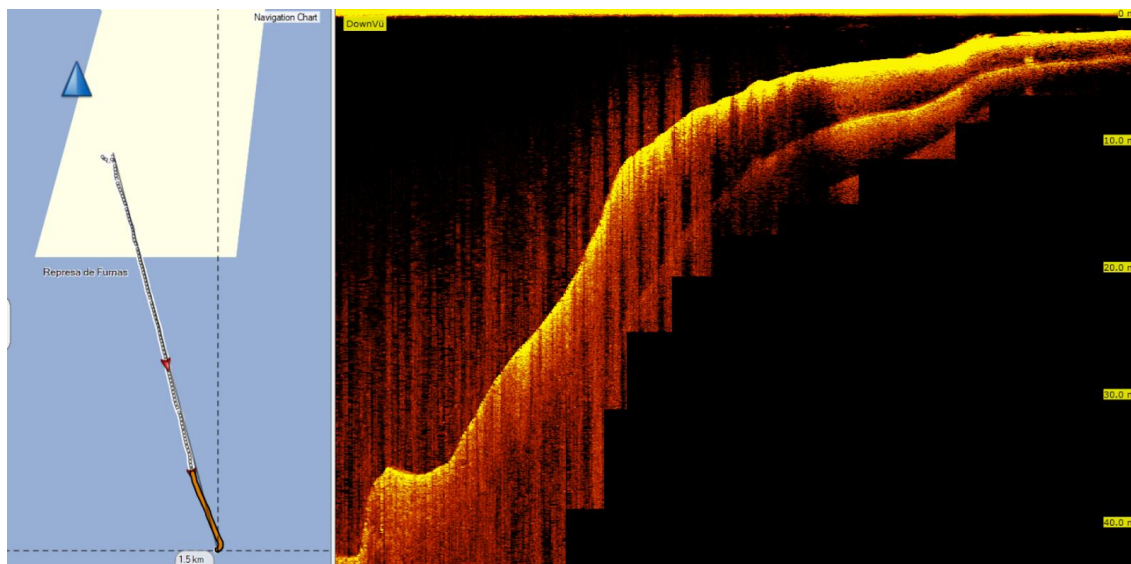


Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A investigação sísmica mostra um leito predominantemente arenoso em profundidades até 6 metros, seguido por sedimentos lamosos e silte. Indica-se a presença de substrato rochoso ou alterações geológicas a partir de 10 metros

nas margens e 40 metros no centro da rota, fatores que devem ser ponderados em qualquer planejamento para obras ou alterações no local.

Figura 72 - Perfil sísmico - Porto Araúna.



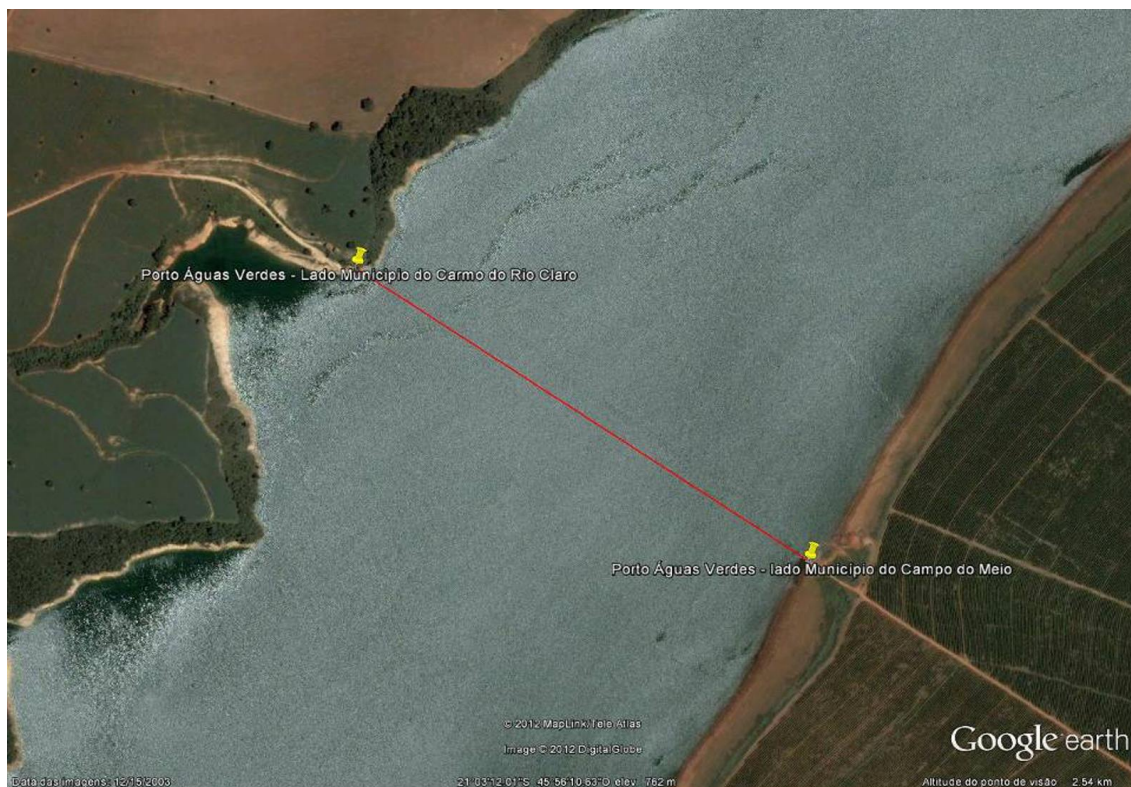
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Em suma, o Porto Araúna enfrenta desafios em termos de infraestrutura e gestão ambiental que precisam ser abordados para melhorar a experiência dos usuários e assegurar o desenvolvimento sustentável e seguro das atividades portuárias entre Capitólio e Guapé.

4.12 Porto Águas Verdes

O Porto de Águas Verdes, situado no reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas, cumpre um papel crucial ao conectar os municípios de Carmo do Rio Claro e Campo do Meio, suportando não apenas a dinâmica local, mas também servindo como passagem importante para atividades econômicas e sociais.

Figura 73 - Porto Águas Verdes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Campo do Meio: A área é caracterizada por uma abordagem equilibrada entre preservação e uso da terra, com predominância de vegetação rasteira e baixa incidência de solo exposto que coexiste com a agricultura local.

Figura 74 - Margens Campo do Meio.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Carmo do Rio Claro: Confronta-se com problemas de erosividade mais sérios, pontuados por taludes degradados e áreas onde o solo está claramente exposto, sugerindo a necessidade de ações urgentes de recuperação e proteção ambiental.

Figura 75 - Margens Carmo do Rio Claro.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Nas duas extremidades, as rampas de concreto estão em estado precário, comprometendo a segurança e eficiência nas operações de embarque e desembarque. A ausência de sistemas de balizamento, sinalização e defensas é notável e imprime riscos adicionais para as atividades de travessia.

A seguir, os detalhes da embarcação São Francisco III, alocada para o trajeto do Porto de Águas Verdes:

Tabela 13 - Embarcação - Porto Águas Verdes.

EMBARCAÇÃO	PORTO	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO MÁXIMO (m)	ARQUEAÇÃO BRUTA (m)	VALIDADE CSN
São Francisco III	Águas Verdes	27,00	7,20	0,92	47,00	08/03/2027

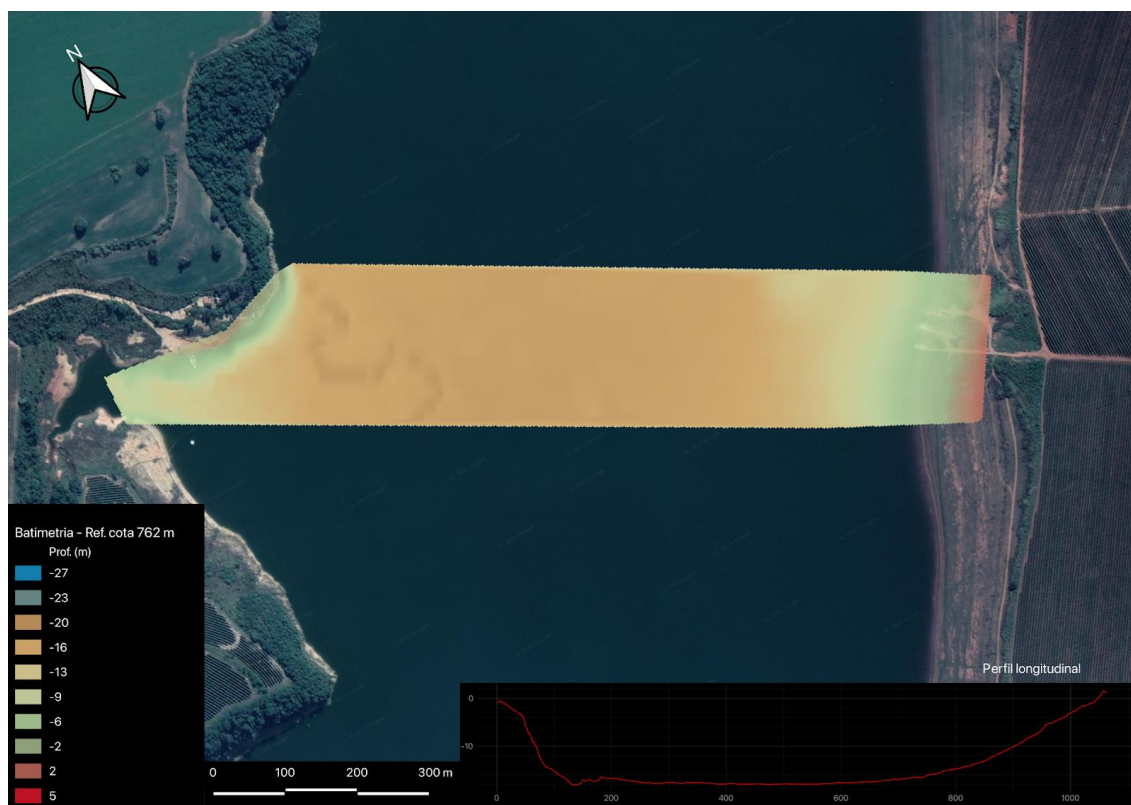
Fonte: Insight Engenharia, 2023.

As margens do Porto Águas Verdes são acessíveis por estradas vicinais que, distantes dos centros urbanos, podem dificultar o acesso de moradores e visitantes, principalmente em condições climáticas adversas.

Não há infraestruturas de apoio, como estacionamentos ou sanitários, salvo um abrigo coberto mal conservado em Carmo do Rio Claro. Esta falta repercute na percepção de qualidade e na segurança do terminal portuário.

Com profundidades que começam em 4 metros e estendem-se rapidamente para mais de 9 metros, o local é adequado para travessia de embarcações de pequeno e médio calado. Recomenda-se um calado máximo de 2,5 metros para que as operações sejam realizadas de forma segura.

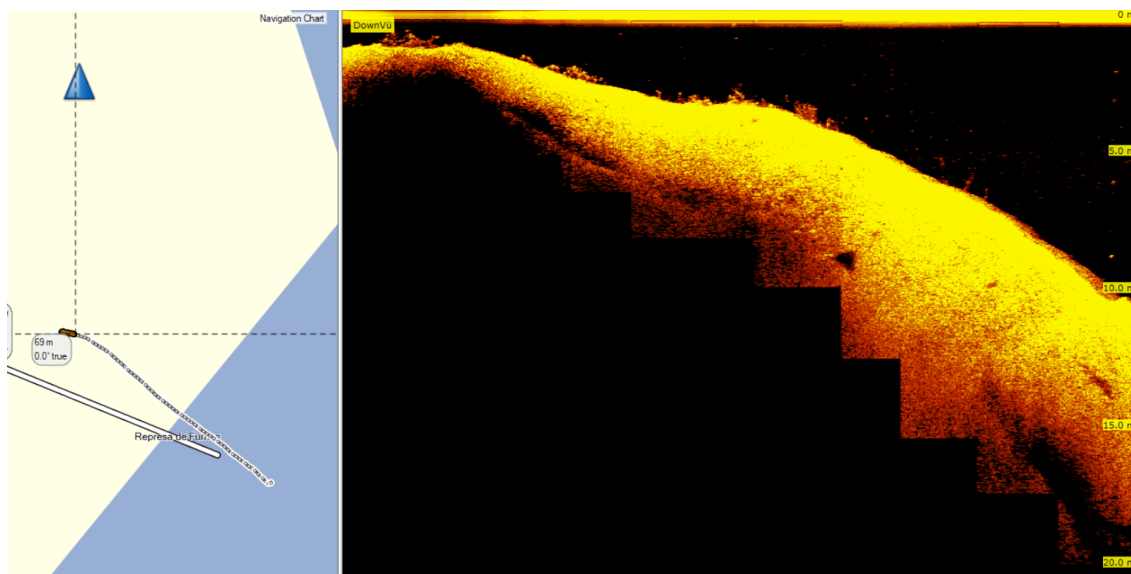
Figura 76 - Perfil batimétrico - Porto Águas Verdes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

A análise sísmica reflete um fundo com predomínio arenoso em profundidades de até 3 metros com transição para depósitos de sedimentos lamosos e silte. Fica evidente a presença de substratos rochosos ou de alterações geológicas significativas a partir de 5 metros nas margens e 20 metros na região central da rota.

Figura 77 - Perfil sísmico - Porto Águas Verdes.



Fonte: Insight Engenharia, 2023.

O Porto Águas Verdes enfrenta desafios que envolvem manutenção, segurança operacional e sustentabilidade ambiental. Uma abordagem integrada para a gestão dessa infraestrutura se faz necessária para assegurar a continuidade e o desenvolvimento das atividades portuárias entre Carmo do Rio Claro e Campo do Meio.

5 Parecer e Conclusões

A tabela abaixo sintetiza as condições detalhadas no item anterior quanto às condições de cada porto para os itens analisados:

Tabela 14 - Resumo das condições de cada porto.

Porto	Salvagem	Rampa	Balizamento	Sinalização	Suporte	Embarcações
Delfinópolis	IN	EI	IN	EI	EI	EI
Pontal/Penas	IN	IN	IN	IN	IN	EI
Araúna	IN	EI	IN	IN	EI	EI
Barreirinho	IN	IN	IN	IN	IN	EI
Fernandes	IN	EI	IN	IN	IN	EI
Itapiché	IN	EI	IN	IN	IN	EI
Itaci	IN	EI	IN	EI	IN	EI
Águas Verdes	IN	EI	IN	IN	IN	EI
Harmonia	IN	EI	IN	IN	IN	EI
Fama	IN	EI	IN	IN	EI	EI
Pontalete	IN	EI	IN	IN	EI	EI
Mendes	IN	EI	IN	IN	EI	EI

Fonte: Insight Engenharia, 2023.

Legenda:

Existente e adequada	EA
Existente e inadequada	EI
Inexistente	IN

Sob o aspecto da segurança da navegação o foco deve ser atribuído às embarcações que hoje realizam as travessias em cada um dos locais avaliados, diante de sua disponibilidade de recursos de prevenção e capacidade de resposta em situações de risco ou acidentes.

A Norma da Autoridade Marítima (NORMAM) 202/DPC, emitida pela Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, é a legislação aplicável às embarcações em questão.

Em seu Capítulo 4, Seção I, são elencados os equipamentos de navegação e documentação obrigatórios àquelas embarcações com ou sem propulsão cuja

arqueação bruta (AB) seja maior que 20, característica de 17 das 18 embarcações atualmente operantes nas travessias.

Abaixo estão relacionados os equipamentos e documentos obrigatórios:

- a) Lanterna portátil com bateria recarregável ou com pilhas sobressalentes;
- b) Apito;
- c) Binóculo 7 X 50;
- d) Prumo de mão;
- e) Limpador de para-brisa ou vigia rotativa;
- f) Alarme visual e sonoro de baixa pressão do óleo lubrificante dos motores de combustão interna utilizados para propulsão (MCP) e/ou geração de energia (MCA), para motores com potência igual ou superior a 800 HP (597 kW);
- g) Alarme visual e sonoro de alta temperatura da água de resfriamento dos motores de combustão interna utilizados para propulsão (MCP) e/ou geração de energia (MCA) para motores com potência igual ou superior a 800 HP (597kW);
- h) Sistema de comunicação por intermédio de alto-falantes que possibilite ao comando da embarcação que transporte mais de 100 passageiros a divulgação de informações gerais em todos os locais normalmente ocupados pelos passageiros;
- i) Ecobatímetro, obrigatório em embarcações com AB maior que 100 construídas após 01/DEZ/1998. Recomenda-se seu uso em embarcações com AB maior que 100 construídas até 01/DEZ/1998;
- j) Agulha giroscópica ou agulha magnética;
- k) Transceptor para o Sistema de Identificação Automática homologado pela ANATEL (Automatic Identification System - AIS) (recomendado);
- l) Planos e Documentos:
 - I. Plano de Segurança;
 - II. Certificado de Segurança da Navegação;
 - III. Cartão de Tripulação de Segurança;
 - IV. Título de Inscrição ou Provisão de Registro;
 - V. Caderneta de Inscrição e Registro de cada Tripulante;
 - VI. Regras para Evitar Abalroamento;
 - VII. Certificado de Arqueação;

-
- VIII. Certificado de Borda-Livre (quando aplicável);
 - IX. Certificado de Conformidade para Transporte de Gases Liquefeitos a Granel (quando aplicável);
 - X. Certificado de Conformidade para Transporte de Produtos Químicos Perigosos a Granel (quando aplicável);
 - XI. Tabelas ou Quadros:
 - no comando ou passadiço:
 - i. Regras de Governo e Navegação;
 - ii. Sinais de Salvamento;
 - iii. Balizamento; e
 - iv. Sinais Sonoros e Luminosos.
 - Quadro de Primeiros Socorros em locais de fácil visualização; e
 - XII. A CP ou DL poderá dispensar a dotação dos equipamentos previstos nas subalíneas c), d), i) e j), em função das características das áreas de operação das

Vale ressaltar que as condições aqui analisadas refletem o viés de navegabilidade. A avaliação das condições das embarcações utilizadas em cada porto reflete o atual estado legal conforme Certificado de Segurança Naval (CSN), entretanto, existem critérios subjacentes que serão avaliados em outras frentes do estudo, como por exemplo critérios de segurança e existência de instalações adequadas.

Em suma, não podemos classificar nenhum dos pontos de embarque e desembarque como portos, uma vez que nenhum dos aqui analisados dispõem de estruturas mínimas à segurança das travessias ou suporte para ocorrências e eventualidades, tão pouco as embarcações utilizadas atualmente reúnem as condições mínimas de segurança exigidas.