

	CAT.: RELATÓRIO		Nº DOC RL-4715.07-6521-986-NTS-082	
	ÁREA DE ATIVIDADE: NOVA TRANSPORTADORA SUDESTE S.A. (NTS)		FOLHA: 1 de 23	
	INSTALAÇÃO: Integridade do Dutos/ Faixa de Dutos RJ – RJ/SP			
	SERVIÇO: TRATAMENTO DE EROSÕES RIO ELEUTÉRIO (GASPAJ)			
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO			

--	--


Rev.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão Inicial
A	Atendimento Comentários SSMA
B	Adequação ao Projeto Executivo
C	Atendimento Comentários SSMA

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. G	REV. H
DATA	29/06/2023	13/07/2023	13/06/2024	13/06/2024				
EXECUÇÃO	Humberto V.	Humberto V.	Humberto V.	Humberto V.				
VERIFICAÇÃO	Gabriel M.	Gabriel M.	Argeu M.	Argeu M.				
APROVAÇÃO	Cesar V.	Cesar V.	Cesar V.	Cesar V.				

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 2 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	IDENTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS EXECUTANTES DOS SERVIÇOS DE INSPEÇÕES ...	3
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
4	LOCALIZAÇÃO DO KM 64+450 DO GASPAJ.....	3
4.1	COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	3
4.2	ACESSO.....	4
5	DESCRIÇÃO DO PROJETO	5
5.1	DETECÇÃO DO PROBLEMA NO KM 64+450 DO GASPAJ	5
5.1.1	Inspeção geotécnica de campo	6
5.2	SOLUÇÃO PROPOSTA.....	11
5.2.1	Retaludamento e execução de colchão drenante na margem direita	11
5.2.2	Instalação de colchão drenante içável na diretriz do gasoduto.....	12
5.2.3	Regularização do terrapleno do muro gabião	12
5.3	ETAPAS A SEREM EXECUTADAS	14
5.3.1	FASE 1.....	14
5.3.2	FASE 2.....	15
6	DESCRIÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA	16
7	ASPECTOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	17
8	CRONOGRAMA PREVISTO	20
9	INSTALAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	20
9.1	CANTEIRO DE OBRAS	20
10	ANEXO	22
10.1	PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO CURSO D'ÁGUA.....	22

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 3 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

1 INTRODUÇÃO

A Nova Transportadora do Sudeste S.A. (NTS) executará os serviços técnicos de controle de erosões na travessia do gasoduto GASPAJ, Km 64+450, com o rio Eleutério, localizada no Município de Jacutinga, no Estado de Minas Gerais.

Os serviços propostos para o controle da erosão são:

- Retaludamento e execução de colchão drenante em 110 metros na margem direita do Rio Eleutério para proteção dessa contra o processo de erosão;
- Instalação de colchão drenante içável na diretriz do gasoduto e
- Regularização do terrapleno do muro gabião na margem esquerda do Rio Eleutério.

2 IDENTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS EXECUTANTES DOS SERVIÇOS DE INSPEÇÕES

- NOVA TRANSPORTADORA DO SUDESTE S.A. - NTS (CONTRATANTE)
- SUPERAGE ENGENHARIA (CONTRATADA)
- INFOTEC LTDA. (GERENCIADORA)

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- MD-4710.04-6521-950-NTS-001 Rev.0 - Memorial descritivo para implantação de tratamento de erosões – travessia gasoduto GASPAJ com rio Eleutério.

4 LOCALIZAÇÃO DO KM 64+450 DO GASPAJ

4.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

DADOS TOPOGRÁFICOS				
Km 64+450 do GASPAJ	COORDENADAS SIRGAS 2000		COORDENADAS LATITUDE / LONGITUDE SIRGAS 2000	
	ESTE	NORTE	LAT	LONG
Montante	324202.95	7530839.95	22°19'9.37"S	46°42'24.45"O
Jusante	324087.09	7530829.01	22°19'9.66"S	46°42'28.47"O

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP	Folhas: 4 de 23	
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

O Km 64+450 do gasoduto GASPAJ (14") encontra-se na travessia do Rio Eleutério, no Município de Jacutinga – MG, junto a divisa com o Município de Itapira – SP. A imagem extraída do Google Earth apresentada na Figura 1, indica o local de interesse.



Figura 1 – Visão geral do entorno da travessia do GASPAJ no Rio Eleutério. Fonte: Google Earth.

4.2 ACESSO

O principal acesso ao ponto ocorre pela Rodovia Comandante Virgolino de Oliveira - Jardim Ivete, Itapira – SP até América do Sul via Estrada Municipal Humberto Panizola.

1. Siga na direção nordeste na Rodovia Comandante Virgolino de Oliveira em direção à Estrada Municipal Humberto Panizola.
2. Vire à esquerda na Estrada Municipal Humberto Panizola.
3. Vire à direita na Rua Cezario Dezotti.
4. Vire à esquerda na Estrada do Eleutério.
5. Chegar ao local: Km 64+450 da faixa do GASPAJ.

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP	Folhas: 5 de 23	
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASP AJ COM RIO ELEUTÉRIO		

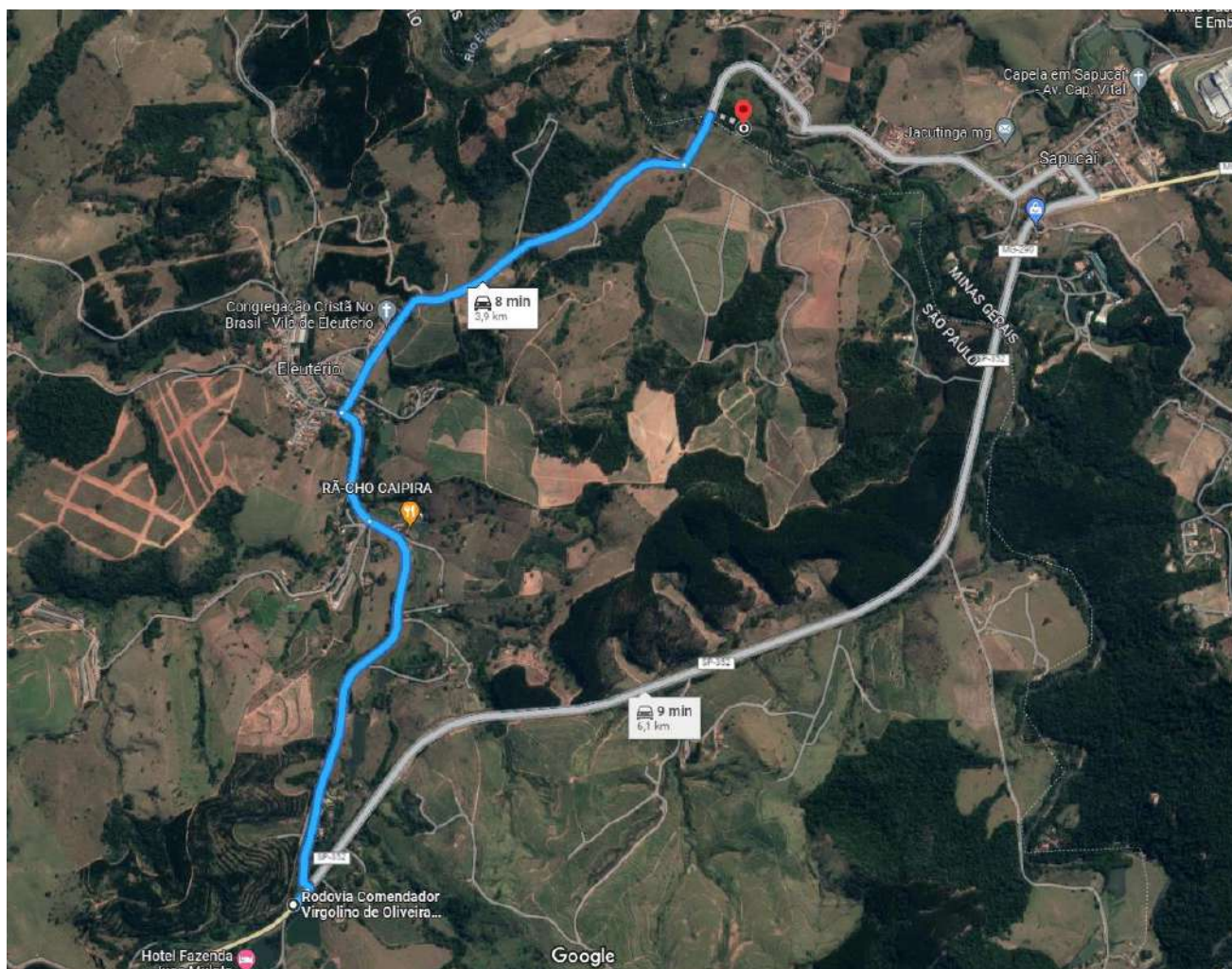



Figura 2 – Estrutura viária que dá acesso ao Km 64+450 do gasoduto GASP AJ.

5 DESCRIÇÃO DO PROJETO

5.1 DETECÇÃO DO PROBLEMA NO KM 64+450 DO GASP AJ

Desde junho de 2018 avaliações e estudos eram executados na região do km 64+4500 do gasoduto GASP AJ. O objetivo dessas atividades era determinar a profundidade do duto GASP AJ na travessia do Rio Eleutério e identificar processos de instabilidade fluvial em curso que pudessem afetar a segurança desse duto.

Nesse primeiro ano, a presença de trechos com espessura entre 0,5 m e 1,0 m de cobertura no duto sob o leito do rio, classificou a situação do gasoduto GASP AJ na travessia com o Rio Eleutério como risco MODERADO. Na época, foi instalado uma contenção em muro de gabião no local com o intuito de mitigar a evolução de processos erosivos.

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 6 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

Em 2020 uma inspeção apontou uma evolução de feições erosivas na margem do Rio Eleutério. A situação em questão continuou a progredir, sendo possível verificar a evolução cronológica das feições erosivas nas Figuras 3 a 6.



Figura 3 – Travessia no Rio Eleutério em 09/06/2021.



Figura 4 – Travessia no Rio Eleutério em 19/11/2021.



Figura 5 – Travessia no Rio Eleutério em 08/02/2022.




Figura 6 – Travessia no Rio Eleutério em 01/03/2022.

5.1.1 Inspeção geotécnica de campo

Devido a evolução da erosão na região em questão, no início de 2023 foram realizadas visitas técnicas ao local com intuito de avaliar a situação geotécnica e os riscos associados à probabilidade de evolução dos processos erosivos nas margens do Rio Eleutério.

O trecho de estudo se localiza em uma planície fluvial, circundada por relevo de morros baixos e colinas. Nessa região, são observadas baixa inclinação dos taludes e baixa amplitude de relevo. O Rio Eleutério possui, no trecho em que perpassa a faixa de duto do GASPAJ, seção transversal de 10 metros de largura e 3 metros de altura, considerando

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 7 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASP AJ COM RIO ELEUTÉRIO		

a variação altimétrica da crista da margem ao leito. As Figuras 7 a 11 apresentam imagens da área em estudo.



Figura 7 – Imagem de satélite da região em estudo, com destaque, em vermelho, para o traçado do duto, em azul, para o Rio Eleutério e o fluxo do curso hídrico e, em amarelo, para as margens na região da travessia da faixa de domínio (Fonte: Google Earth).

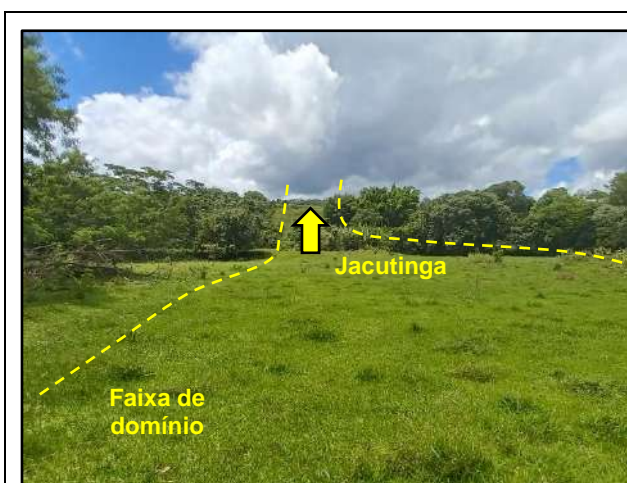


Figura 8 – Visada da faixa de dutos, na região a norte da travessia do Rio Eleutério, com destaque para baixa amplitude de relevo.



Figura 9 – Visada da travessia sob o Rio Eleutério, a partir da margem direita.


	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 8 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		



Figura 10 – Visada da travessia sob o Rio Eleutério, a partir da margem esquerda.



Figura 11 – Detalhe da região de travessia da faixa sob o Rio Eleutério.

Durante a vistoria de campo foi possível identificar que ambas as margens do Rio Eleutério se encontravam erodidas. Na margem direita, foram constatadas feições erosivas na região da travessia (Figura 12), bem como no trecho a montante da faixa de dutos (Figura 13). Além do mais, destaca-se que na margem direita foi identificado muro de gabião danificado (Figura 14).

Na margem esquerda, destaca-se que as feições erosivas ocorrem principalmente na região a jusante da faixa de dutos, sendo observado elemento vegetativo com risco de queda nesse trecho (Figuras 15 e 16). Na região da travessia da faixa de dutos, identificou-se estrutura de contenção do tipo muro de gabião, adjacente à margem esquerda, em bom estado de conservação. No entanto, foi possível constatar que há um abatimento do terrapleno a montante da estrutura de contenção (Figura 17).

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 9 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		



Figura 12 – Visada E-O da margem direita, com destaque para feições erosivas na região da travessia.

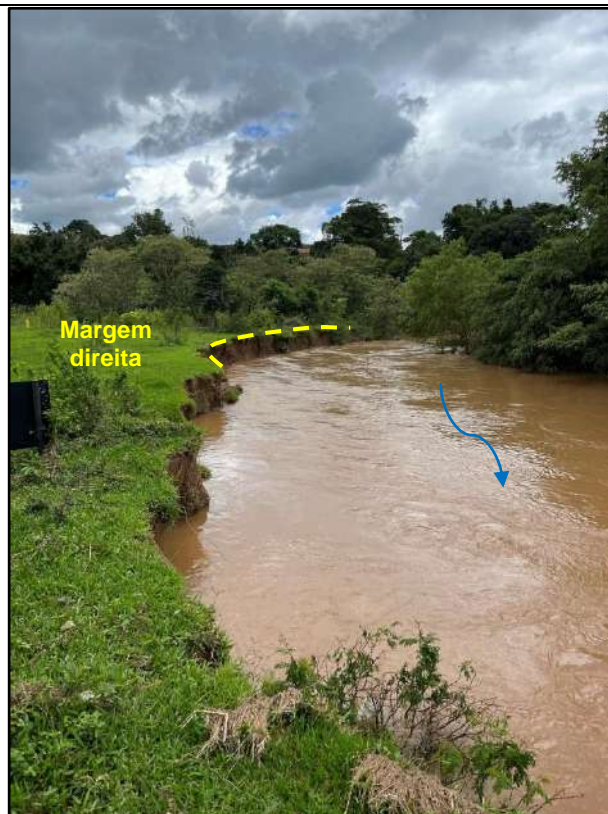


Figura 13 – Visada O-E da margem direita, com destaque para feições erosivas a montante da faixa de dutos.



Figura 14 - Visada da travessia com destaque para gabião danificado.


	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 10 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASP AJ COM RIO ELEUTÉRIO		



Figura 15 – Visada O-E da margem esquerda, com destaque para feições erosivas a jusante da travessia.

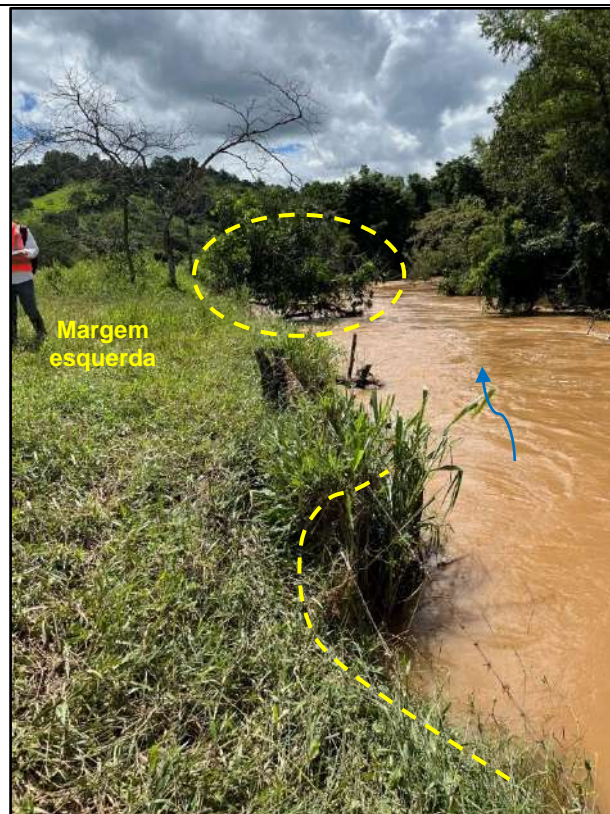



Figura 16 – Visada da margem esquerda do curso hídrico com destaque para feições erosivas e vegetação tombada.



Figura 17- Destaque para abatimento de material a montante de gabião, na margem esquerda da travessia.

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP	Folhas: 11 de 23	
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASP AJ COM RIO ELEUTÉRIO		

É relevante pontuar que as feições observadas estão atreladas à ocorrência de processos erosivos. Tais processos ocorrem como resultado da ação contínua do curso d'água sobre as margens, sendo principalmente influenciado pela cobertura vegetal presente que pode dar maior estabilidade ao solo através das suas raízes, a velocidade do fluxo e a composição granulométrica das camadas envolvidas. Ademais, destaca-se a influência da variação sazonal do volume e da energia do fluxo de água, de modo que em períodos de intensa pluviosidade e aumento do gradiente hidráulico, os processos erosivos são intensificados.

Diante desse cenário, é possível compreender que os processos erosivos estão avançando progressiva e rapidamente sobre as margens do Rio Eleutério, o que reforça a necessidade de adoção de intervenções na região da travessia, com o intuito de mitigar o risco existente. Adicionalmente, entende-se como relevante a contenção dos processos erosivos no trecho a montante da faixa, na margem direita, visto que a tendência é de progressão das feições em direção à faixa de dutos (Figura 18). Com relação às feições erosivas na região a jusante e próxima à faixa, destaca-se que estas devem ser monitoradas através de inspeções regulares.



Figura 18 - Visada NO-SE da margem direita do curso hídrico, com destaque, em amarelo, para região a montante da faixa onde foram observadas feições erosivas, e seta em vermelho, para direção do avanço de erosão hídrica.

5.2 SOLUÇÃO PROPOSTA

5.2.1 Retaludamento e execução de colchão drenante na margem direita

A execução de colchão drenante como forma de revestimento protege em 110 metros a margem do rio contra o processo de erosão. O colchão drenante apresenta vantagens em relação ao enrocamento com pedras soltas (rip-rap), como a possibilidade de execução em taludes mais íngremes, diminuindo a área disponível para execução da estrutura e a

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP	Folhas: 12 de 23	
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

maior resistência à velocidade e tensão de arraste provenientes do fluxo da água reduzindo, dessa forma, a altura da camada de revestimento necessária para garantir a estabilidade.

Sendo assim, frente à maior estabilidade da estrutura e menor intervenção em área disponível, a solução adotada conta com execução de colchão drenante, com regularização de margem na proporção de 1:1.

5.2.2 Instalação de colchão drenante içável na diretriz do gasoduto

Tal como mencionado anteriormente, o trecho de travessia do duto demanda atenção, já que há histórico de erosão no leito do curso hídrico, aumentando a vulnerabilidade do gasoduto. Em documento pretérito, consta que o trecho foi classificado como risco MODERADO. Tal classificação decorre da avaliação da cobertura do duto, a qual em alguns trechos da travessia apresentou valores de 0,50m a 1,00m.

Diante das condicionantes expostas, prevê a necessidade de revestir o leito do curso hídrico e a região da margem direita, na diretriz do gasoduto, com o intuito de prevenir o desenvolvimento de novos processos erosivos. A solução consiste em proteção contínua ou direta, com execução de colchão drenante na região da travessia.

Dado a presença do gasoduto, enterrado sob o leito do Rio Eleutério, o que impossibilita a execução de encaixas utilizando a cravação de estacas-prancha, foi especificado então, colchão drenante içável, dando mais segurança e agilidade à obra.

Reitera-se que a estrutura deverá contemplar a margem direita e o leito da travessia. Quanto à margem esquerda, destaca-se a dificuldade de fixar o colchão drenante a ser instalado ao muro de gabião existente nessa região, e então deverá ser prevista a disposição de enrocamento entre a lateral do colchão e o gabião, de forma a preencher possível espaço entre as estruturas, evitando assim erosão na região de contato.

5.2.3 Regularização do terrapleno do muro gabião

Em função das observações de campo, detectou-se na margem esquerda estrutura de muro de gabião conservada, com ressalva ao terrapleno, que apresentou um processo de abatimento, possivelmente causado pela ação de escoamento das águas, seja pluvial ou do próprio corpo hídrico, que desestabilizou o material da superfície. Frente a isso, indica que o material superficial seja removido, regularizado, compactado e preenchido com enrocamento.

Diante das estruturas apresentadas, a Figura 19 sintetiza a locação e abrangência do projeto de contenção de erosão da travessia e margens do Rio Eleutério.



	CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.:	C
	INSTALAÇÃO:	Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP			Folhas:	13 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO				



Figura 19 - Concepção da solução.

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 14 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASP AJ COM RIO ELEUTÉRIO		

5.3 ETAPAS A SEREM EXECUTADAS

A obra será executada em duas etapas distintas, fase 1 e fase 2, como sintetizada na Tabela 1.



Figura 20 – Faseamento executivo esquemático do projeto executivo.

Tabela 1 – Síntese das fases definidas em projeto, localizações e solução concebida.

Fase	Localização	Solução
1	Margem direita imediatamente a montante da travessia	Colchão drenante
2	Região da travessia, se estendendo da margem direita até a margem esquerda	Colchão drenante içável e regularização com enrocamento (margem esquerda – junto ao muro de gabião preexistente)

São descritas a seguir, as etapas executivas de forma sintetizada, oferecendo um entendimento geral do sequenciamento executivo proposto.

5.3.1 FASE 1

- Execução da ensecadeira associada, iniciando da região mais a montante, em direção a jusante. Propõe-se a utilização de martelo vibratório para cravação das estacas pranchas;

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP	Folhas: 15 de 23	
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

- Bombeamento hidráulico com a utilização de motobomba, para esvaziamento de região no interior da enseadeira executada;
- Revestimento da margem em colchão drenante:
 - Preparo manual do terreno (acerto, raspagem eventual e compactação manual);
 - Retaludamento da margem direita (execução de corte/aterro), estabelecendo geometria do talude de 1:1, tal como previsto em projeto;
 - Escavação da vala para implantação de gabião caixa (ancoragem do colchão drenante);
 - Disposição do geotêxtil não tecido no interior da vala e sobre o talude;
 - Montagem e preenchimento dos módulos de gabião caixa para ancoragem na vala escavada;
 - Montagem e preenchimento dos módulos de colchão drenante;
 - Amarração do colchão drenante junto ao gabião caixa de ancoragem;
 - Reaterro e compactação de solo no entorno do gabião caixa de ancoragem, no interior da vala escavada;

5.3.2 FASE 2

- Preparo manual do terreno (acerto, raspagem eventual e compactação manual);
- Retaludamento da margem direita (execução de corte/aterro), na região da travessia, referente à Fase 2, estabelecendo geometria do talude de 1:1, tal como previsto em projeto;
- Montagem dos módulos de colchão drenante içável no canteiro da obra;
- Escavação da vala para implantação de gabião caixa (ancoragem do colchão drenante da Fase 2);
- Disposição do geotêxtil não tecido no interior da vala;
- Içamento e disposição do colchão drenante içável;
- Amarração do colchão drenante içável no gabião caixa (margem direita) e no muro de gabião preexistente da margem esquerda;

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP	Folhas: 16 de 23	
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

- Reaterro e compactação de solo no entorno do gabião caixa de ancoragem, no interior da vala escavada;

6 DESCRIÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA

Os serviços técnicos de controle de erosões na travessia do gasoduto GASPAJ, Km 64+450, com o rio Eleutério, serão realizados em área rural, localizada no Município de Jacutinga, no Estado de Minas Gerais.

A obra será de contenção de processos erosivos será realizada no rio Eleutério, portanto é considerada APP - Área de Preservação Permanente, conforme determina o Novo Código Florestal Brasileiro.

Não haverá escavação no leito do rio.

O ponto de inspeção não está inserido em nenhuma Unidade de Conservação ou zona de amortecimento.

A Mata Atlântica caracteriza a vegetação da região. No local dos serviços observa-se vegetação forrageira (herbáceas), com a presença de alguns indivíduos arbóreos e/ou arbustivos, que exijam supressão. No entorno, há presença de áreas de pastagens e fragmentos de vegetação secundária de floresta ombrófila densa que atua como mata de galeria do curso d'água, em seus estágios inicial e médio de sucessão ecológica.


	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 17 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASP AJ COM RIO ELEUTÉRIO		




Figura 21 – Vegetação do entorno da obra.


7 ASPECTOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Tabela 2 – Identificação dos principais aspectos socioambientais.

Aspecto / Impacto Ambiental	Magnitude	Medidas preventivas, controle e/ou mitigação
Geração de Resíduos	Baixo impacto	Acondicionamento dos resíduos gerados conforme PGRS (Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos). Treinamento da força de trabalho. Disponibilizar coletores para segregação e coleta seletiva dos resíduos conforme a CONAMA 275/01.
Alteração na qualidade do ar (emissão de particulados e de CO ₂)	Baixo Impacto	Manutenção preventiva e corretiva dos veículos e equipamentos; Controle de fumaça preta.

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 18 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

Aspecto / Impacto Ambiental	Magnitude	Medidas preventivas, controle e/ou mitigação
Geração de ruído	Baixo impacto	<p>Atendimento a NBR 10.151 da ABNT.</p> <p>Comunicação prévia sobre a influência da obra.</p> <p>Canal de comunicação.</p> <p>Manutenção preventiva e corretiva dos veículos e equipamentos.</p>
Interferência na fauna e flora	Baixo Impacto	<p>PEAT – Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores.</p> <p>Código de conduta.</p> <p>DDSMS – Diálogo Diário de Segurança, Meio Ambiente e Saúde.</p>
Vazamento de óleo	Baixo Impacto	<p>Plano de Abastecimento de máquinas e equipamentos.</p> <p>Disponibilização de bandejas de contenção de vazamentos e kit de mitigação ambiental</p> <p>O abastecimento só ocorrerá em local plano e afastado de no mínimo 50 metros de qualquer corpo hídrico, seja ele perene ou sazonal.</p> <p>Plano de Manutenção das Máquinas e Equipamentos</p> <p>Plano de Resposta a Emergência</p> <p>Nota: Não haverá manutenção preventiva na faixa de dutos.</p>
Geração de efluentes	Baixo Impacto	<p>Utilização de sanitários químicos e a destinação dos efluentes por empresa licenciada.</p> <p>Instalação dos sanitários químicos fora de APP e a mais de 50 metros de qualquer corpo hídrico.</p> <p>Kit de mitigação ambiental</p>

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 19 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASP AJ COM RIO ELEUTÉRIO		


Aspecto / Impacto Ambiental	Magnitude	Medidas preventivas, controle e/ou mitigação
Incêndio	Médio Impacto	<p>Todas as atividades que provoquem risco e incêndio serão precedidas de uma Avaliação Preliminar de Risco específica onde serão definidos os procedimentos, medidas mitigadoras e Plano de Emergência para a atividade.</p> <p>Os trabalhadores serão orientados a fumar somente nos locais permitidos.</p> <p>Todos os equipamentos e o local estarão providos de extintores de incêndio para o primeiro combate a incêndio, caso necessário.</p> <p>Seguir os procedimentos de soldagem, trepanação e de Segurança.</p> <p>Plano de Resposta a Emergência</p>

NOTA: O acesso a obra será sinalizado com informações de segurança e velocidade e as frentes de serviço com placas, cartazes e faixas de divulgação com informações de conscientização sobre o meio ambiente e segurança

A avaliação ambiental e socioeconômica abrangeu uma área de 200 metros de raio do ponto de inspeção, denominada área de influência direta.



Figura 22 – Área de influência direta que abrangeu um raio de 200 m do ponto de inspeção.

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP	Folhas: 20 de 23	
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

Os parâmetros avaliados levaram em consideração a estrutura:

- Social – O ponto de inspeção está localizado em um ambiente rural, com cinco habitações, com transporte público, sem unidades de saúde e sem escola.
- Econômica – Não existe estrutura econômica de comércio.
- Ambiental – A Área da obra está localizada em uma área utilizada como pastagem.

8 CRONOGRAMA PREVISTO

O prazo para a execução do escopo proposto, são 365 dias corridos após assinatura.

Descrição do Marco	Prazo Contratual
Elaboração Projeto Executivo	Janeiro a março de 2024
Mobilização em campo	Março de 2024
Conclusão da obra	Outubro de 2024
As built e Data Book	Novembro de 2024
Encerramento Contratual	Dezembro de 2024

9 INSTALAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO

9.1 CANTEIRO DE OBRAS

O canteiro de obras será composto por uma área de vivência, área de depósito e armazenamento de materiais, e área para equipamentos. A área de vivência consistirá de barraca com mesas e cadeiras para maior conforto dos empregados nas refeições e para proteção da equipe em caso de mau tempo. A área de vivência também contará com coletores de lixo para os diferentes tipos de resíduos, em atendimento à legislação vigente, além de banheiro químico. A empresa executante deverá obrigatoriamente disponibilizar água para os empregados, tanto na área de vivência como nas frentes de serviço. As áreas de depósito e armazenamento de materiais também serão instaladas sobre a faixa de dutos. Os locais de depósito de agregados (areia e brita) deverão ser adequados e protegidos por barreiras que impeçam o carreamento dos materiais pelas águas de chuva. Os equipamentos a serem mobilizados consistem em betoneira para o preparo de concreto e ferramentas em geral para execução de escavações manuais, corte e dobra de ferragem e serviços de carpintaria e alvenaria.

A instalação de canteiros deverá ser feita de acordo com as condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho, definidas na Portaria Nº 3214/78 do Ministério do trabalho (Normas Regulamentadoras NR-18 e NR-24). Os sanitários deverão ser dimensionados e constituídos, no canteiro de obras, segundo suas necessidades e em atendimento aos

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 21 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		

requisitos da legislação em vigor, com especial atenção às Normas Regulamentadoras NR-18 e NR-24. Em atendimento ao Programa Pró-Equidade de Gênero e Raça da SPM/PR deverá existir sanitário e vestiário femininos, independentemente de haver mulheres trabalhando no local.

Após a conclusão dos serviços, o canteiro de obras, equipamentos e equipes serão desmobilizados, devolvendo a área do canteiro e frentes de serviço totalmente limpas, livres e desimpedidas, nas condições originais do terreno, executando as restaurações necessárias nas áreas influenciadas para deixá-las nas condições em que se encontravam antes da execução dos serviços.

As exigências contidas na licença ambiental relativas à condição ambiental após a obra serão atendidas. Serão retirados todos os entulhos, pontilhão provisório, barreiras de retenção de sedimentos, sinalização provisória, materiais inservíveis e instalações provisórias em geral, além da remoção dos banheiros químicos.

O pico da obra terá aproximadamente 30 colaboradores.

O fornecimento de energia elétrica será com gerador e bacia de contenção. Este gerador é dimensionado considerando energia para o canteiro de obras e eventuais necessidades de outros equipamentos elétricos.

As estruturas montadas para o apoio ao serviço, gerador de energia elétrica e o canteiro de obras, ficarão posicionadas distantes aproximadamente 50m do curso d'água, não sendo considerada APP, conforme determina o Código Florestal Brasileiro.



Figura 23 - Localização do canteiro de obras com uma área de aproximadamente 300m²



	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 22 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAJ COM RIO ELEUTÉRIO		



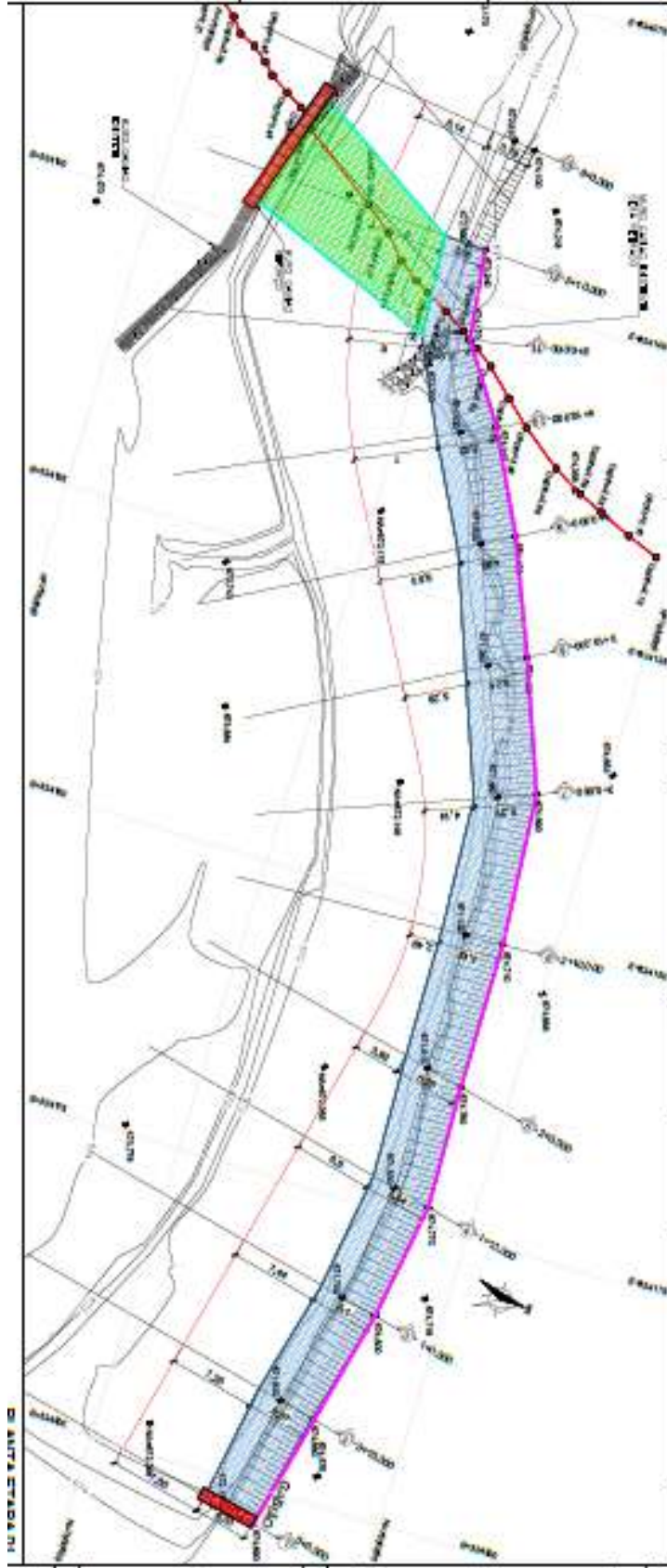
Figura 24 - Localização do canteiro de obras em relação ao curso d'água, distante aproximadamente 50m.

10 ANEXO

10.1 PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO CURSO D'ÁGUA

	CAT.: RELATÓRIO	Nº DOC.: RL-4715.07-6521-986-NTS-082	REV.: C
	INSTALAÇÃO: Integridade dos Dutos / Faixa de Dutos MG – MG/SP		Folhas: 23 de 23
	TÍTULO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL TRATAMENTO DE EROSÕES – TRAVESSIA GASODUTO GASPAG COM RIO ELEUTÉRIO		

Projeto de Recomposição da Margem do Curso D'água



		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 2/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	METODOLOGIA	4
3	DOCUMENTOS E MATERIAIS RECEBIDOS.....	5
4	LISTA DE DOCUMENTOS PROJETO EXECUTIVO	5
5	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	6
6	ASPECTOS HISTÓRICOS	7
7	ESTUDOS DE DETALHE	9
7.1	Inspeção geotécnica de campo.....	9
7.2	Modelagem hidrológica	15
7.3	Modelagem hidrodinâmica	21
8	INVESTIGAÇÕES COMPLEMENTARES	26
8.1	Levantamento Planialtimétrico	26
8.2	Sondagens à percussão.....	26
9	PROJETO EXECUTIVO.....	28
9.1	Modelagem geotécnica	28
9.2	Concepção da solução.....	29
9.3	Dimensionamento	33
9.4	Especificações técnicas	40
9.5	Detalhamento executivo	40
9.6	Requisição de Material.....	40
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
11	EQUIPE TÉCNICA.....	42
	ANEXO I - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO.....	43
	ANEXO II – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS: BOLETINS DE SONDAEM	45
	ANEXO III – MEMÓRIA DE CÁLCULO - ESPIGÕES.....	63

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 3/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

ANEXO IV – MEMÓRIA DE CÁLCULO – ENROCAMENTO65

ANEXO V – MEMÓRIA DE CÁLCULO – ENSECADEIRAS EM ESTACAS PRANCHAS..67

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 4/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

1 INTRODUÇÃO

Mediante contrato firmado entre **ALTA Geotecnia (ALTA)** e **NTS (Contratante)**, o presente documento integra o contrato de Serviços Geotécnicos, referente a Demanda 11, intitulada “ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO PARA MITIGAÇÃO DE EROSIÃO DA MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO”.

Este documento visa apresentar o Memorial Descritivo do projeto supracitado, o qual se localiza na travessia do GASPAJ no Rio Eleutério, localizada no Município de Jacutinga (MG).

2 METODOLOGIA

A metodologia para a elaboração deste memorial descritivo foi estruturada a partir das seguintes atividades sequenciais:

- i. Levantamento e análise de material técnico disponibilizado pela **NTS** e disponível na bibliografia, a saber: informações sobre o meio físico da região, estudos geotécnicos, modelos digitais de superfície, investigações geotécnicas e inspeções;
- ii. Visita técnica ao local;
- iii. Concepção e detalhamento do projeto;
- iv. Elaboração da planilha de quantitativos de materiais.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 5/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

3 DOCUMENTOS E MATERIAIS RECEBIDOS

Para subsidiar o presente trabalho foram utilizados os documentos listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Documentos fornecidos pela Contratante ou elaborados pela ALTA.

ITEM	ANO	TÍTULO	EXTENSÃO	RESPONSÁVEL
1	2018	RL-47100.04-6500-115-VD9-001	.pdf	Transpetro
2	2019	Carta de Avaliação Histórico-Espacial de Interesse Geotécnico	.kmz	ALTA
3	2020	PTR-4300.81-64+450	.pdf	Transpetro
4	2022	Especificação técnica de serviços - Levantamento topográfico/topobatimétrico e investigações geotécnicas (Travessia do Rio Eleutério – GASPAJ km 64+450)	.word	NTS
5	2023	Rio Eleutério Km 064+450 GASPAJ 14 (Fotos históricas)	.pdf	NTS
6	2023	Evolução Rio Eleutério – GASPAJ (Fotos históricas)	.pdf	NTS
7	2023	MDS_VRICON_1M_AAF_A1	.tif	NTS
8	2023	DE-4710.04-6521-113-M9C-001=-0	.pdf/.dwg	LEV BR
9	2023	RL-4710.04-6521-114-M9C-001=0	.pdf	MCG Engenharia

4 LISTA DE DOCUMENTOS PROJETO EXECUTIVO

A Tabela 2 indica a lista de documentos que compõem o Projeto Executivo para Mitigação de Erosão da Margem do Rio Eleutério. Além do presente documento, estão compreendidos a Especificação Técnica, Detalhamento Executivo e Planilha de Quantitativos (Requisição de Material). Para adequada compreensão do projeto, os mesmos devem ser consultados conjuntamente.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 6/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Tabela 2 - Lista de documentos que compõem o Projeto Executivo de Proteção para Mitigação de Erosão.

TIPO	TÍTULO	EXTENSÃO
MEMORIAL DESCRITIVO	MD-4710.04-6521-185-ALT-001=B	.doc / pdf
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-4710.04-6521-185-ALT-002=B	.doc / pdf
DETALHAMENTO EXECUTIVO	DE-4710.04-6521-185-ALT-003=B	.dwg/.pdf
REQUISIÇÃO DE MATERIAL	RM-4710.04-6521-185-ALT-004=B	.xls / pdf

5 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

O ponto de interesse, constituído da travessia do GASPAJ no Rio Eleutério, localiza-se no Município Jacutinga – MG, junto a divisa com o Município de Itapira – SP. Do ponto de vista geológico, tal ponto encontra-se inserido no contexto da unidade geológica denominada “Grupo Andrelândia”, mais especificamente onde aflora a associação litológica definida como “Unidade Quartzítica” de acordo com o mapeamento realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM)¹.

O Grupo Andrelândia representa cobertura metassedimentar neoproterozoica do Domínio Inferior do Terreno Ocidental da faixa Ribeira, o qual compreende litotipos que apresentam diferentes níveis de anaxia e deformação. Na Unidade Quartzítica predominam metarenitos ricos em quartzo e quartzitos com possível presença de mica (muscovita).

Do ponto de vista geotécnico, rochas quartzíticas apresentam elevada resistência ao intemperismo químico, físico e a compressão, enquanto metarenitos apresentam maior variabilidade em suas propriedades a depender do nível de metamorfismo ao qual foram submetidas, dentre outros fatores. Em solos residuais, a composição das rochas descritas tende a dar origem a solos arenosos ricos em quartzo, com possível presença de argila derivada da alteração da muscovita. Por consequência, tais solos tendem a apresentar elevada permeabilidade.

No que tange a geomorfologia da região, é possível observar na Figura 1 que o ponto de interesse se localiza em um vale com a presença de colinas e morros baixos em seu entorno. Esta

¹Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Folha Rio de Janeiro - SF.23. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. Brasília. CD-ROM, 2004.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 7/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

conjuntura favorece a deposição de sedimentos no local, de forma que os processos geológicos-geotécnicos observados na travessia possivelmente se desenvolvem nos sedimentos fluviais inconsolidados presentes no local sem a influência direta dos solos residuais ou das rochas presentes no substrato.



Figura 1 – Visão geral do entorno da travessia do GASPAJ no Rio Eleutério. Fonte: *Google Earth*.

6 ASPECTOS HISTÓRICOS

A travessia em estudo se localiza no km 64+450 do GASPAJ 14". De acordo com o documento **RL-47100.04-6500-115-VD9-001**, emitido em junho de 2018, o qual teve como objetivo determinar a profundidade do duto na travessia em questão e identificar processos de instabilidade fluvial em curso que pudessem afetar a segurança do duto, foi identificado que a espessura da cobertura do GASPAJ variava de 0,69 m a 4,40 m na ocasião (Figura 2). Devido a presença de trechos com espessura entre 0,5m e 1,0 m o documento em questão classificou a situação da travessia como de risco MODERADO, apesar do bom estado das margens. Devido à baixa cobertura do duto no trecho foi instalada uma contenção em muro de gabião no local com o intuito de mitigar a evolução de processos erosivos.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 8/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Em fevereiro de 2020 a ficha de inspeção PTR-4300.81-64+450 apontou evolução de feições erosivas na margem do Rio Eleutério. A situação em questão continuou a progredir até que em julho de 2022 a **NTS** especificou um levantamento topográfico/topobatimétrico e investigações geotécnicas a serem realizadas no local com o intuito de subsidiar a realização de um novo projeto de contenção no local. As Figuras 3 a 6 apresentam a evolução cronológica das feições erosivas registradas.

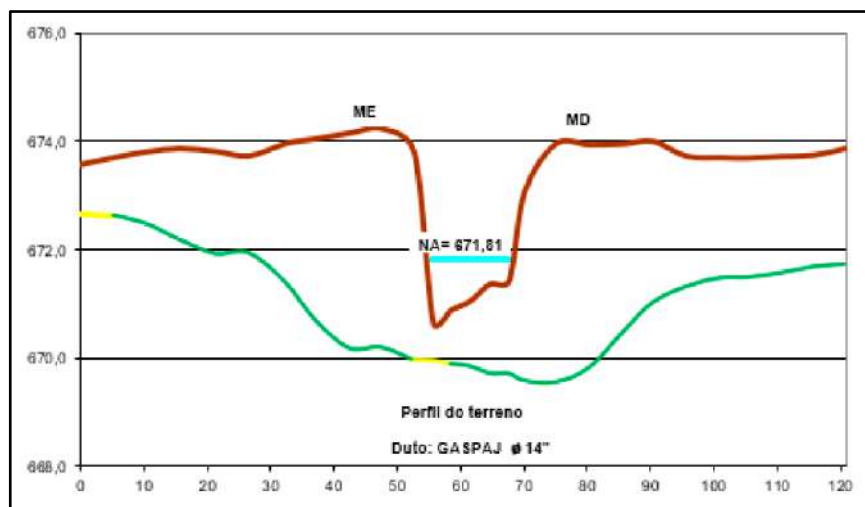


Figura 2 – Perfil de cobertura do duto na travessia, com destaque em vermelho para a superfície do terreno e em verde para o traçado do duto com trechos em amarelo destacando os pontos de menor cobertura.

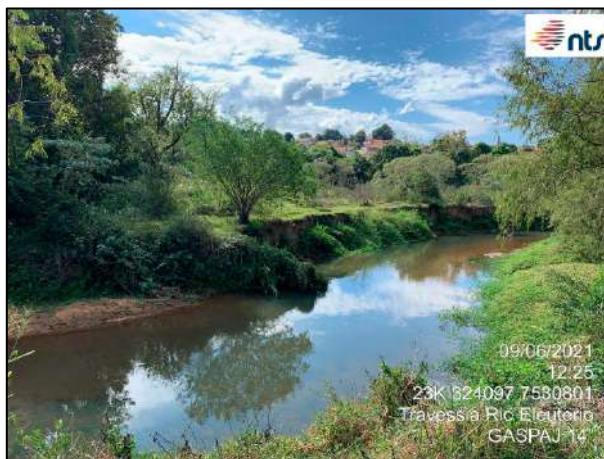


Figura 3 – Travessia no Rio Eleutério em 09/06/2021.



Figura 4 – Travessia no Rio Eleutério em 19/11/2021.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 9/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

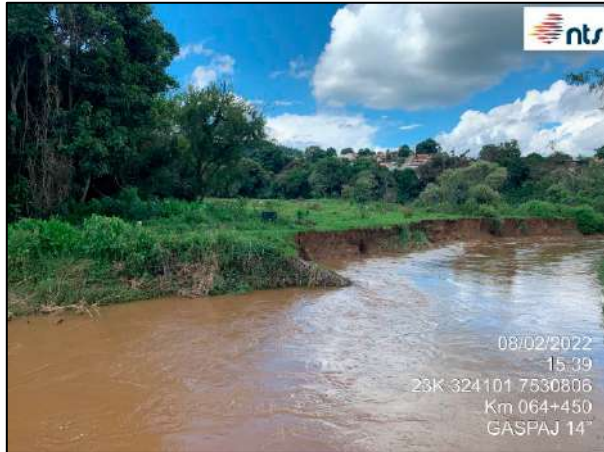


Figura 5 – Travessia no Rio Eleutério em 08/02/2022.



Figura 6 – Travessia no Rio Eleutério em 01/03/2022.

7 ESTUDOS DE DETALHE

Em 13/01/2023, por solicitação da NTS, a ALTA realizou uma vistoria na faixa de dutos GASPAJ (4300.81 – PAULÍNIA – JACUTINGA), especificamente no trecho da travessia sob o Rio Eleutério, localizada na divisa entre os municípios de Paulínia-SP e Jacutinga-MG. A visita técnica foi realizada com o intuito de se avaliar a situação geotécnica local e os riscos associados à probabilidade de evolução dos processos erosivos nas margens do Rio Eleutério.

7.1 Inspeção geotécnica de campo

O trecho de estudo se localiza em uma planície fluvial, circundada por relevo de morros baixos e colinas, confirmando o que fora descrito no item 5. Nessa região, são observadas baixa inclinação dos taludes e baixa amplitude de relevo. O Rio Eleutério possui, no trecho em que perpassa a faixa de dutos, seção transversal de 10 metros de largura e 3 metros de altura, considerando a variação altimétrica da crista da margem ao leito. As Figuras 7 a 11 apresentam imagens da área em estudo.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 10/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

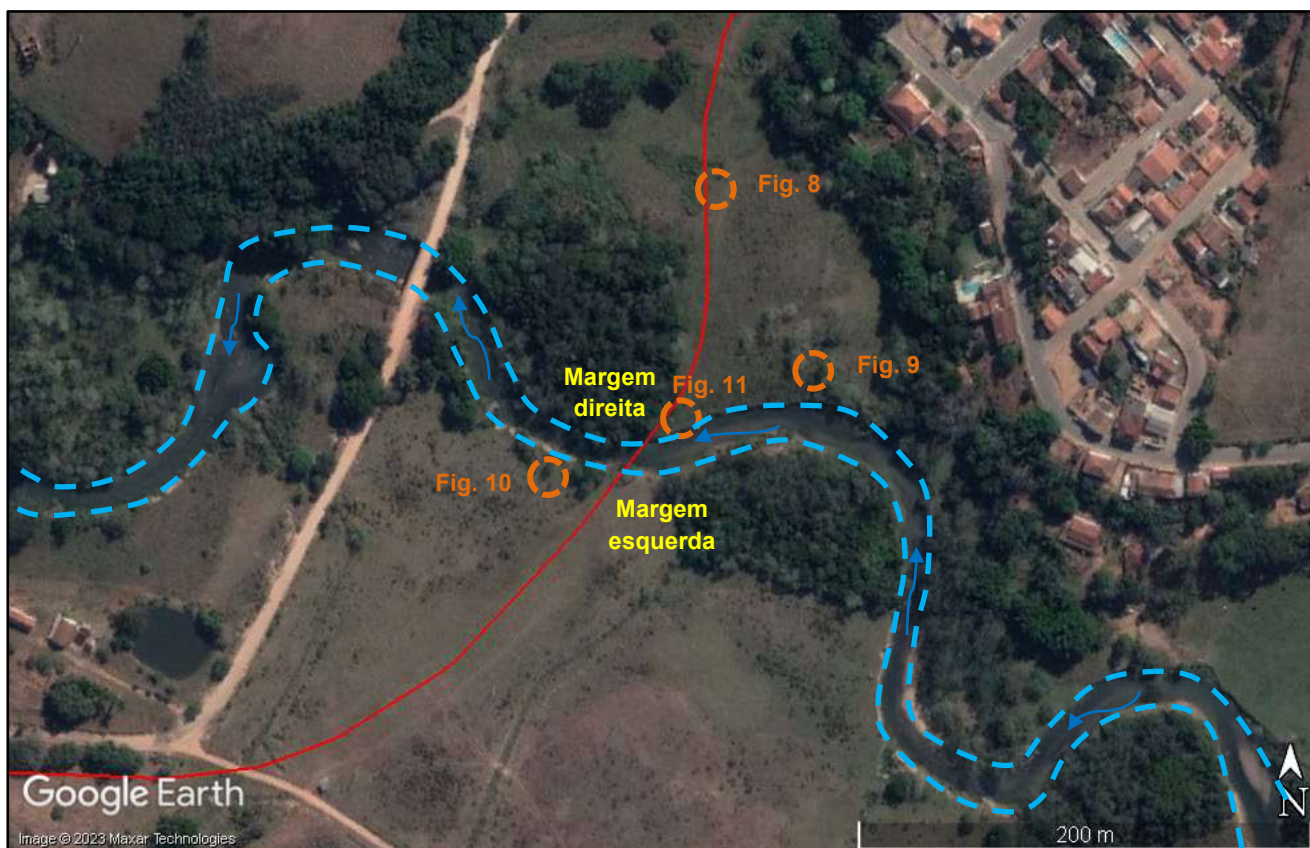


Figura 7 – Imagem de satélite da região em estudo, com destaque, em vermelho, para o traçado do duto, em azul, para o Rio Eleutério e o fluxo do curso hídrico e, em amarelo, para as margens na região da travessia da faixa de domínio (Fonte: *Google Earth*).



Figura 8 – Visada da faixa de dutos, na região a norte da travessia do Rio Eleutério, com destaque para baixa amplitude de relevo.



Figura 9 – Visada da travessia sob o Rio Eleutério, a partir da margem direita.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 11/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	



Figura 10 – Visada da travessia sob o Rio Eleutério, a partir da margem esquerda.



Figura 11 – Detalhe da região de travessia da faixa sob o Rio Eleutério.

No que tange aos materiais geológicos presentes, observa-se o predomínio de depósitos colúvio-aluvionares no leito do curso hídrico. Estes são compostos por sedimentos aluviais arenosos e/ou argilosos com cascalheiras, interdigitados a sedimentos oriundos de pequenos movimentos de massa (e.g. colúvio), transportados principalmente por ação pluvial.

Durante a vistoria de campo foi possível identificar que ambas as margens do Rio Eleutério se encontravam erodidas. Na margem direita, foram constatadas feições erosivas na região da travessia (Figura 12), bem como no trecho a montante da faixa de dutos (Figura 13). Além do mais, destaca-se que na margem direita foi identificado muro de gabião danificado (Figura 14).

Na margem esquerda, destaca-se que as feições erosivas ocorrem principalmente na região a jusante da faixa de dutos, sendo observado elemento vegetativo com risco de queda nesse trecho (Figuras 15 e 16). Na região da travessia da faixa de dutos, identificou-se estrutura de contenção do tipo muro de gabião, adjacente à margem esquerda, em bom estado de conservação. No entanto, foi possível constatar que há um abatimento do terrapleno a montante da estrutura de contenção (Figura 17).

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 12/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	



Figura 12 – Visada E-O da margem direita, com destaque para feições erosivas na região da travessia.

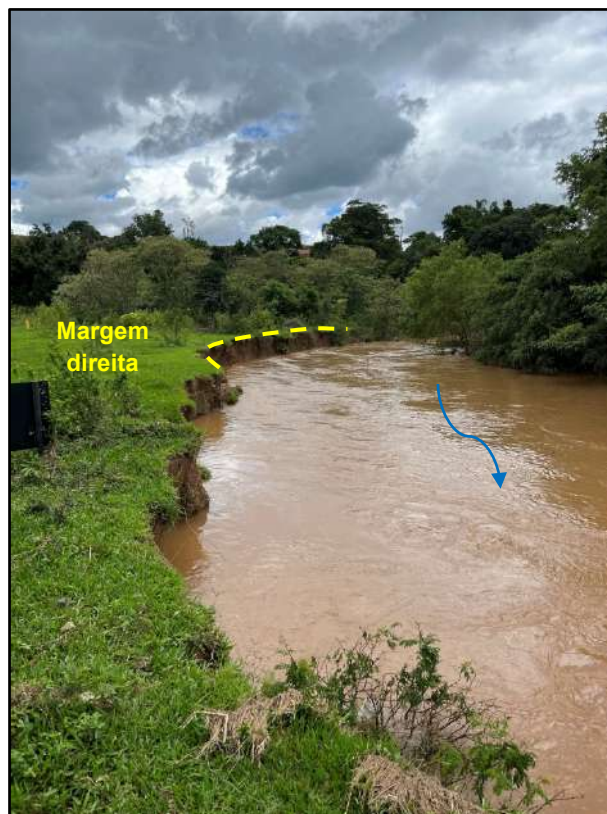


Figura 13 – Visada O-E da margem direita, com destaque para feições erosivas a montante da faixa de dutos.

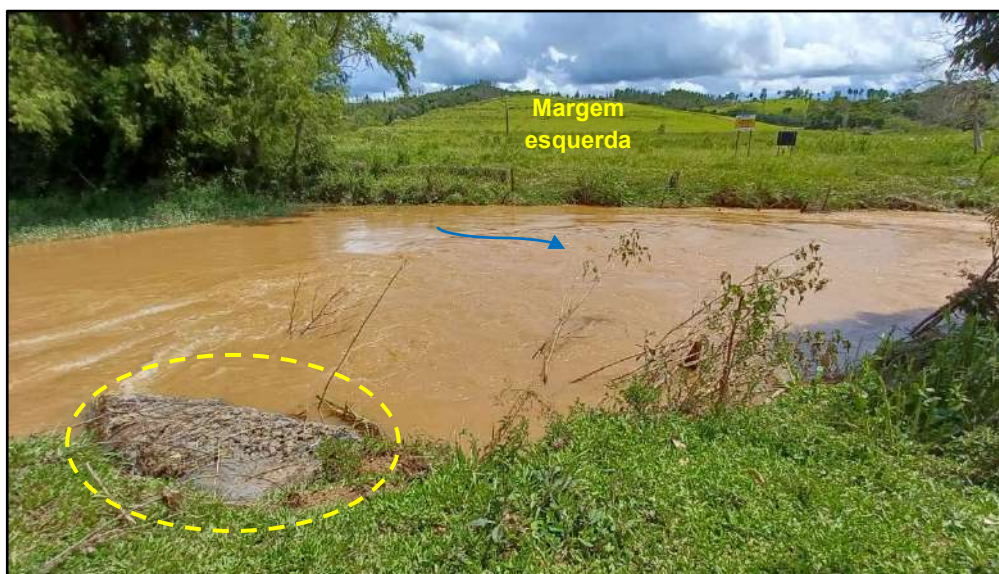


Figura 14 - Visada da travessia com destaque para gabião danificado.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 13/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	



Figura 15 – Visada O-E da margem esquerda, com destaque para feições erosivas a jusante da travessia.

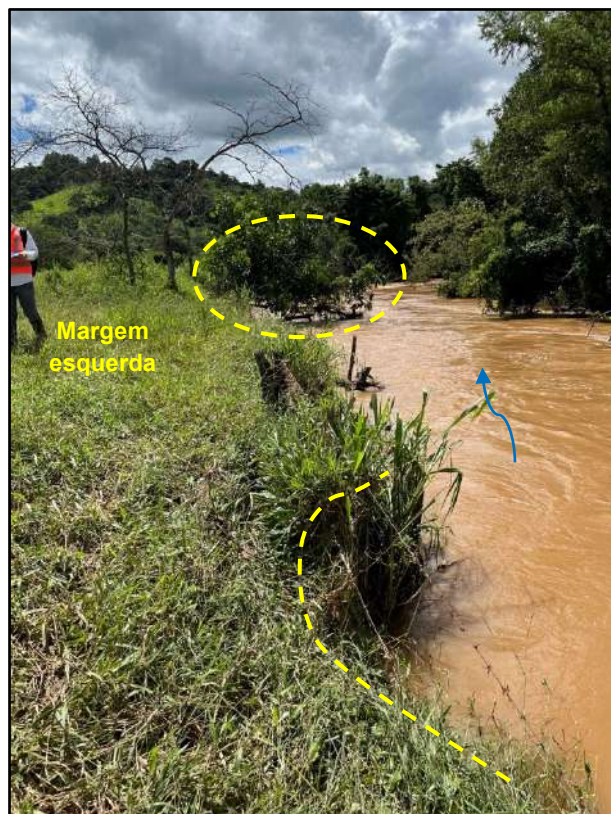


Figura 16 – Visada da margem esquerda do curso hídrico com destaque para feições erosivas e vegetação tombada.



Figura 17- Destaque para abatimento de material a montante de gabião, na margem esquerda da travessia.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 14/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

É relevante pontuar que as feições observadas estão atreladas à ocorrência de processos erosivos. Tais processos ocorrem como resultado da interação entre as características hidrodinâmicas do curso hídrico com o solo da margem e do leito, sendo principalmente influenciado pela cobertura vegetal presente, a velocidade do fluxo e a composição granulométrica das camadas envolvidas. Ademais, destaca-se a influência da variação sazonal do volume e da energia do fluxo de água, de modo que em períodos de intensa pluviosidade e aumento do gradiente hidráulico, os processos erosivos são intensificados.

Diante desse cenário, é possível compreender que os processos erosivos estão avançando progressiva e rapidamente sobre as margens do Rio Eleutério, o que reforça a necessidade de adoção de intervenções na região da travessia, com o intuito de mitigar o risco existente. Adicionalmente, entende-se como relevante a contenção dos processos erosivos no trecho a montante da faixa, na margem direita, visto que a tendência é de progressão das feições em direção à faixa de dutos (Figura 18). Com relação às feições erosivas na região a jusante e próxima à faixa, destaca-se que estas devem ser monitoradas através de inspeções regulares.

Após a realização da inspeção geotécnica de campo, o próximo passo para o desenvolvimento do projeto de mitigação envolve a obtenção de um conhecimento aprofundado da área em diferentes níveis. Isso inclui aspectos geomorfológicos, como levantamento topográfico, identificação de infraestrutura e nível de água, aspectos geotécnicos, como os tipos de solo presentes no leito e nas margens, composição e disposição do solo, aspectos hidráulicos, como tensões de arrastamento e velocidades de escoamento, aspectos hidrogeomorfológicos, como a caracterização da morfologia do canal, substrato das margens e do leito, e aspectos ecológicos, como o tipo e a dimensão da vegetação.

Para mitigação dos riscos geotécnicos no trecho, recomenda-se a adoção de medidas mitigadoras que sejam capazes de proteger as margens da travessia, bem como conter os processos erosivos. A concepção de solução, além do dimensionamento e especificações técnicas serão detalhadas no item 9 do presente relatório.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 15/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	



Figura 18- Visada NO-SE da margem direita do curso hídrico, com destaque, em amarelo, para região a montante da faixa onde foram observadas feições erosivas, e seta em vermelho, para direção do avanço de erosão hídrica.

7.2 Modelagem hidrológica

Um modelo hidrológico pode ser caracterizado como uma representação matemática do fluxo de água e seus constituintes sobre alguma parte da superfície e/ou subsuperfície. No presente estudo, a modelagem hidrológica objetiva principalmente a obtenção de vazões no ponto de interesse associadas a determinados tempos de retorno. Simulações dessa natureza tradicionalmente recorrem aos dados de estações pluviométricas e fluviométricas para o cálculo estatístico do tempo de retorno. Quando do uso da primeira opção, geralmente a finalidade da modelagem é a obtenção de vazões de forma indireta, ou seja, utilizando os dados de altura de chuva como *inputs* de modelos chuva-vazão. No entanto, essa metodologia é geralmente imposta à pequenas bacias hidrográficas (< 25 km²).

Assim sendo, para a bacia do Rio Eleutério, que destoa dessa recomendação, a obtenção das vazões se dará por método direto, ou seja, a partir de dados fluviométricos. Portanto, a seguir será descrita a metodologia para a obtenção das vazões associadas a diversos tempos de retorno, utilizando um estudo de regionalização.

7.2.1 Área de drenagem

Para a determinação da vazão afluente da Barragem Amparo é necessário primeiramente caracterizar a bacia hidrográfica onde o empreendimento está inserido. A bacia do Rio Eleutério está situada próximo ao limite estadual entre São Paulo e Minas Gerais. Considerando a travessia da faixa

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 16/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

de dutos como ponto de menor altitude da bacia (exutório), é possível estabelecer, por meio de bases topográficas, uma área de drenagem de 452 km², tal qual mostrado na Figura 19.

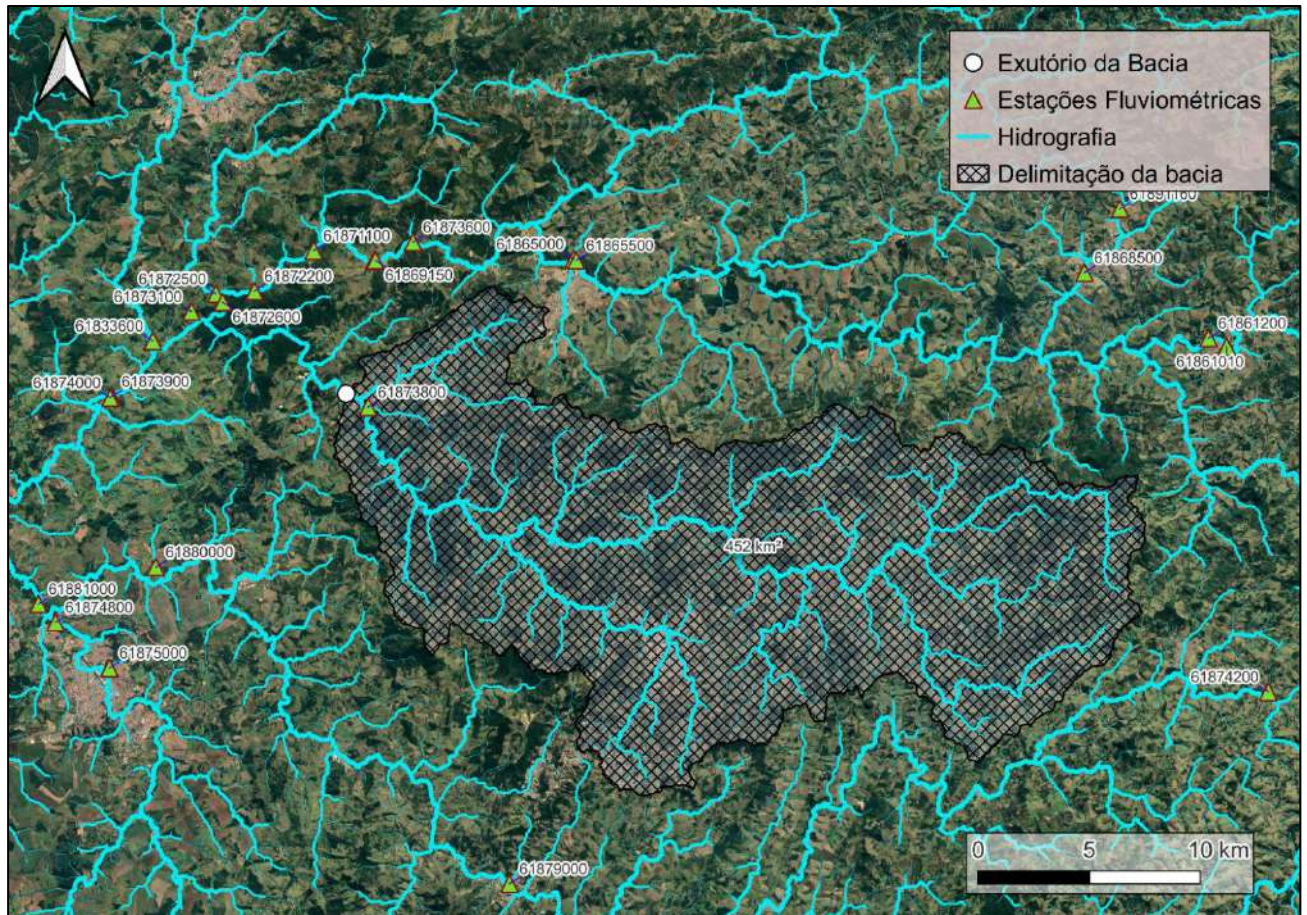


Figura 19 - Área de drenagem e estações fluviométricas na região.

7.2.2 Regionalização de vazões

A regionalização de vazões é um processo utilizado para dividir uma área geográfica em regiões com base em características hidrológicas semelhantes. O objetivo da regionalização de vazões é fornecer uma representação mais precisa da distribuição espacial da vazão de um rio ou bacia hidrográfica, permitindo uma melhor compreensão dos padrões hidrológicos locais.

A bacia do Rio Eleutério não possui estações fluviométricas com registros de vazão, existindo apenas uma – Estação 61873800 – que monitora parâmetros de qualidade de água. Assim sendo, foi necessário compreender o comportamento hidrológico de regiões adjacentes. Conforme exposto pela Figura 19, existem diversas estações fluviométricas, localizadas a norte da região em estudo. A Tabela 3 sintetiza as estações pluviométricas adjacentes à região em estudo, além de apresentar o quantitativo de anos registrados sem falhas no período chuvoso.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 17/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Tabela 3 – Estações fluviométricas disponíveis.

Código da Estação	Número de anos disponíveis sem falhas no período chuvoso
61865000	54
61873900	6
61874000	11
61875000	8
61879000	51
61880000	11
61884090	10

Em virtude da proximidade da região em estudo, assim como pela disponibilidade de dados, optou-se por adotar a Estação 61865000 como representativa, para a realização do estudo de regionalização. Nesse sentido, a Tabela 4 apresenta as vazões de referência de tal estação, que compreende uma bacia hidrográfica de 920 km² de extensão. Adicionalmente, foi realizada a quantificação das vazões médias máximas com duração de 1 dia para cada ano hidrológico. Tal estudo é apresentado na Tabela 5.

Tabela 4 – Vazões de referência da Estação 61865000.

Mês	Vazão média (m ³ /s)	Vazão máxima (m ³ /s)	Vazão mínima (m ³ /s)
1	55,6	100,9	10,9
2	53,0	129,5	8,0
3	48,7	92,2	11,5
4	33,1	70,0	9,2
5	24,1	57,0	5,3
6	20,8	63,9	6,5
7	15,7	52,9	5,0
8	13,4	34,6	4,5
9	16,3	59,3	3,3
10	23,7	54,7	3,7

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 18/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Mês	Vazão média (m³/s)	Vazão máxima (m³/s)	Vazão mínima (m³/s)
11	28,4	65,3	7,9
12	44,0	135,8	12,4

Tabela 5 - Vazões médias máxima para a Estação 61865000.

Ano Hidrológico	Vazão Média Máxima (m³/s)	Ano Hidrológico	Vazão Média Máxima (m³/s)	Ano Hidrológico	Vazão Média Máxima (m³/s)
1967	135,8	1985	59,6	2004	86,9
1968	57,7	1986	62,4	2005	59,6
1969	28,6	1987	67,9	2006	62,1
1970	129,5	1988	72,4	2008	59,3
1971	44,6	1989	70,3	2009	66,9
1972	63,5	1990	73,5	2010	68,1
1973	54,7	1991	72,1	2011	69,6
1974	60,2	1992	47,1	2012	56,9
1975	61,4	1993	63,1	2013	66,2
1976	71,5	1995	74,5	2014	28,5
1977	59,8	1996	61,8	2015	61,0
1978	61,0	1997	70,8	2016	80,7
1979	59,6	1998	53,8	2017	67,3
1980	64,1	1999	100,9	2018	59,9
1981	74,6	2000	86,3	2019	60,9
1982	89,5	2001	60,4	2020	74,6
1983	92,2	2002	57,2	2021	55,3
1984	71,3	2003	67,3	2022	61,6

A partir dos dados coletados seria possível definir uma função de distribuição empírica, contudo, esta função seria limitada pelo número de dados na série e não permitiria a extrapolação confiável para tempos de retorno superiores à sua própria dimensão. Dessa forma, a utilização de uma função

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 19/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

de distribuição teórica existente na literatura, com melhor adequação frente a distribuição empírica torna-se a melhor alternativa. São necessários ainda alguns ajustes, com diferentes metodologias para a estimativa de parâmetros, como o Método dos Momentos, o Método dos Momentos-L e o Método da Máxima Verossimilhança (HIPÓLITO, 2011)². Em posse de uma distribuição teórica adequada, pode-se efetuar as extrapolações para o tempo de retorno desejado, necessárias às diversas aplicações da engenharia de recursos hídricos.

Algumas distribuições de dois parâmetros (Exponencial, Gama, Gumbel, Normal e Lognormal) e de três parâmetros (Generalizada de Valores Extremos e Pearson 3) foram obtidas com base nas metodologias de estimação citadas anteriormente. Posteriormente, as distribuições geradas foram comparadas visualmente com a distribuição empírica, assim como analisadas por meio de testes de aderência Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado. Tais análises foram realizadas com o auxílio do software ALEA e utilizando a biblioteca nsRFA (Non-Supervised Regional Frequency Analysis, 2020), implementada na linguagem de programação R, como apresentado na Figura 20.

Antes da etapa em questão, duas correções foram necessárias: a primeira, abordando a discrepância entre as áreas de drenagem da estação e do local de interesse no Rio Eleutério. Esta foi elucidada através da multiplicação dos quantis de vazão média máxima, pela relação entre as áreas de drenagem (452 km² / 920 km²). A segunda, concernente à relação entre vazões médias e vazões instantâneas, foi corrigida através da multiplicação da vazão pelo fator de Fuller, dado pela equação:

$$K = 1 + \frac{2,66}{A^{0,3}} = 1,425$$

Onde:

K = Fator de Fuller

A = Área de drenagem (km²)

² HIPÓLITO, João Reis; HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS: coleção ensino da ciência e da tecnologia. 3. ed. Lisboa: press, 2011. p. 725-739.

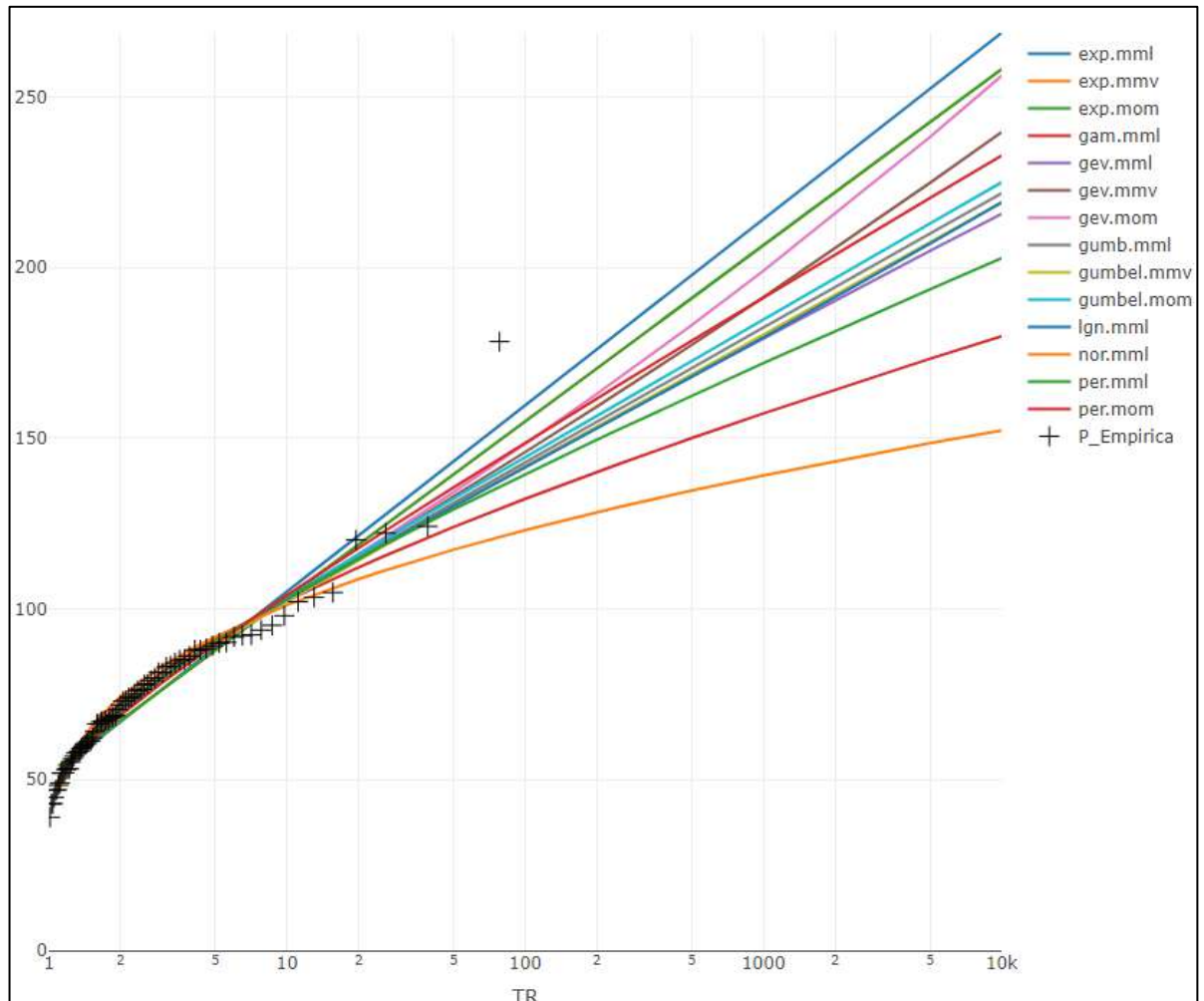
TÍTULO
**MEMORIAL DESCRITIVO
PROJETO EXECUTIVO
GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO
PROJETOS**

Nº NTS
MD-4710.04-6521-185-ALT-001

REV.
B

Nº CONTRATADA
MD-230217-01-v03

REV.
3



Após a avaliação geral, a distribuição GEV, com parâmetros estimados a partir do método dos momentos, foi selecionada por apresentar as melhores características nas etapas de avaliação supracitadas, apresentando maior aderência nos ramos inferior e superior da distribuição. Dessa forma, os quantis de precipitação calculados no estudo para a estação 61865000 são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Vazões de referência da Estação 61865000.

Tempo de retorno (anos)	Probabilidade de ocorrência	Vazão (m³/s)
2	50%	43,3
3	33%	48,5
4	25%	52,1

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 21/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Tempo de retorno (anos)	Probabilidade de ocorrência	Vazão (m³/s)
5	20%	54,9
10	10%	63,8
15	7%	68,9
20	5%	72,6
25	4%	75,4
50	2%	84,2
100	1,0%	93,0
200	0,5%	101,8
250	0,4%	104,7
500	0,2%	113,5
1000	0,1%	122,3
5000	0,02%	142,7
10000	0,01%	151,5

7.3 Modelagem hidrodinâmica

A modelagem hidrodinâmica consiste basicamente na representação de escoamentos, ou seja, dos campos de velocidade e de profundidade. No que diz respeito à modelagem do escoamento do Rio Eleutério, adotou-se um TR = 500 anos, de acordo diretrizes definidas pelo Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (Prefeitura de São Paulo, 2012)³. As modelagens hidrodinâmicas foram realizadas por meio do uso do software HEC-RAS 6.2, tradicionalmente empregado em estudos dessa natureza. Para a representação geomorfológica da região a jusante da estrutura, foi empregada uma malha com 1 m de largura.

³ SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; fundamentos. São Paulo: SMDU, 2012.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 22/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

7.3.1 Coeficiente de rugosidade

No presente estudo, admitiu-se a hipótese de escoamento invíscido, isto é, condições de ausência de forças internas de resistência ao escoamento. No que concerne às forças externas, a resistência - perda de carga - que a rugosidade do leito do rio e da planície de inundação impõem ao fluxo foi caracterizada pelo Coeficiente de Manning (n). Este parâmetro foi atribuído por meio de comparações entre o local do estudo e valores reportados na literatura (Chow, 1959)⁴. Tais valores são apresentados na Figura 21.

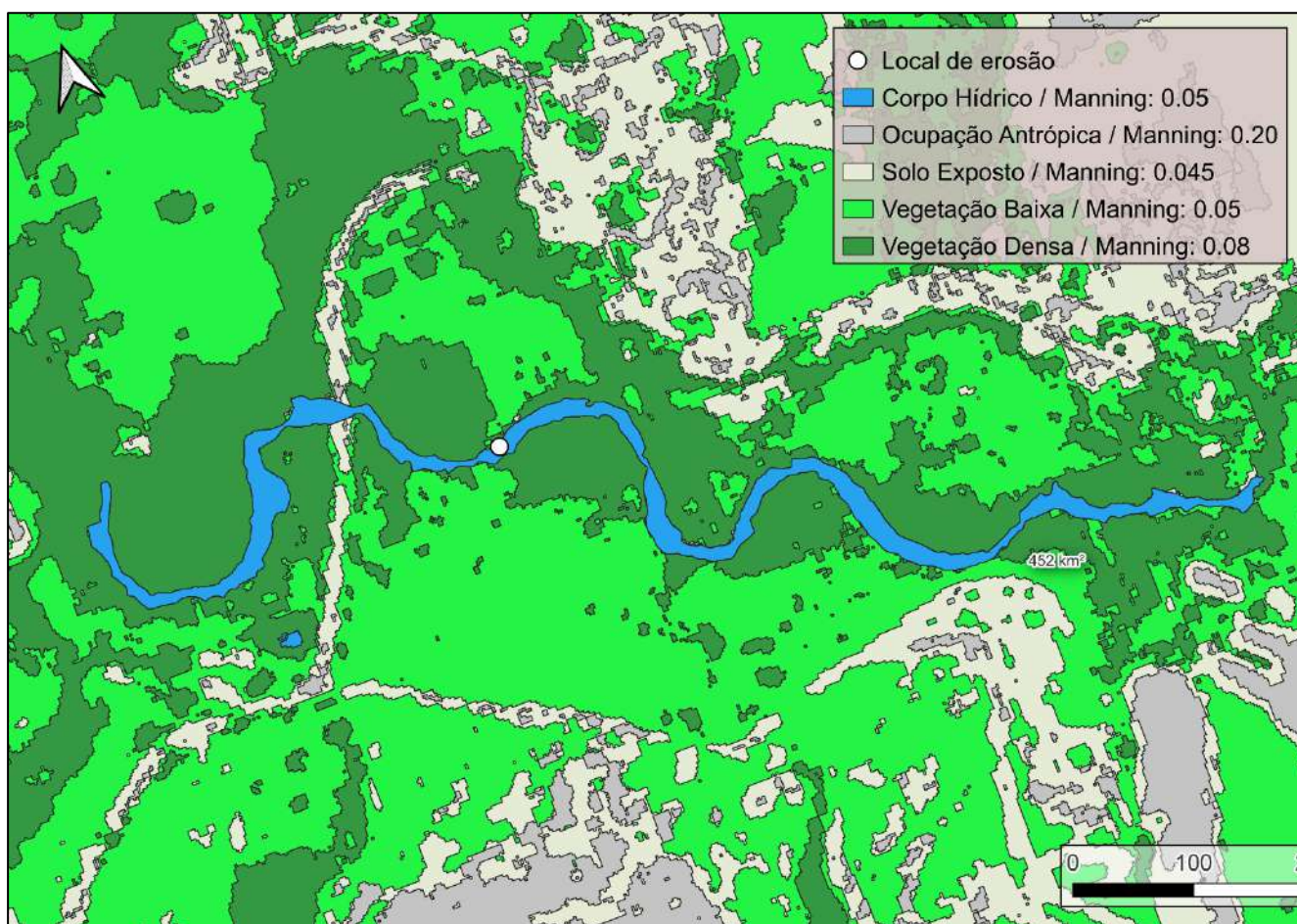


Figura 21 - Manning por tipologia do solo utilizado.

⁴ CHOW, V.T., MAIDMENT, D.R. AND MAYS, L.W. (1988) Applied Hydrology. International Edition, McGraw-Hill Book Company, New York

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 23/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

7.3.2 Condições de contorno

No que tange às condições de contorno no trecho a montante da travessia, foi adotada a vazão máxima obtida para o tempo de retorno de 500 anos. Esta foi inserida na modelagem de forma permanente, para que fosse possível averiguar os perfis de velocidade e de profundidade obtidos na seção.

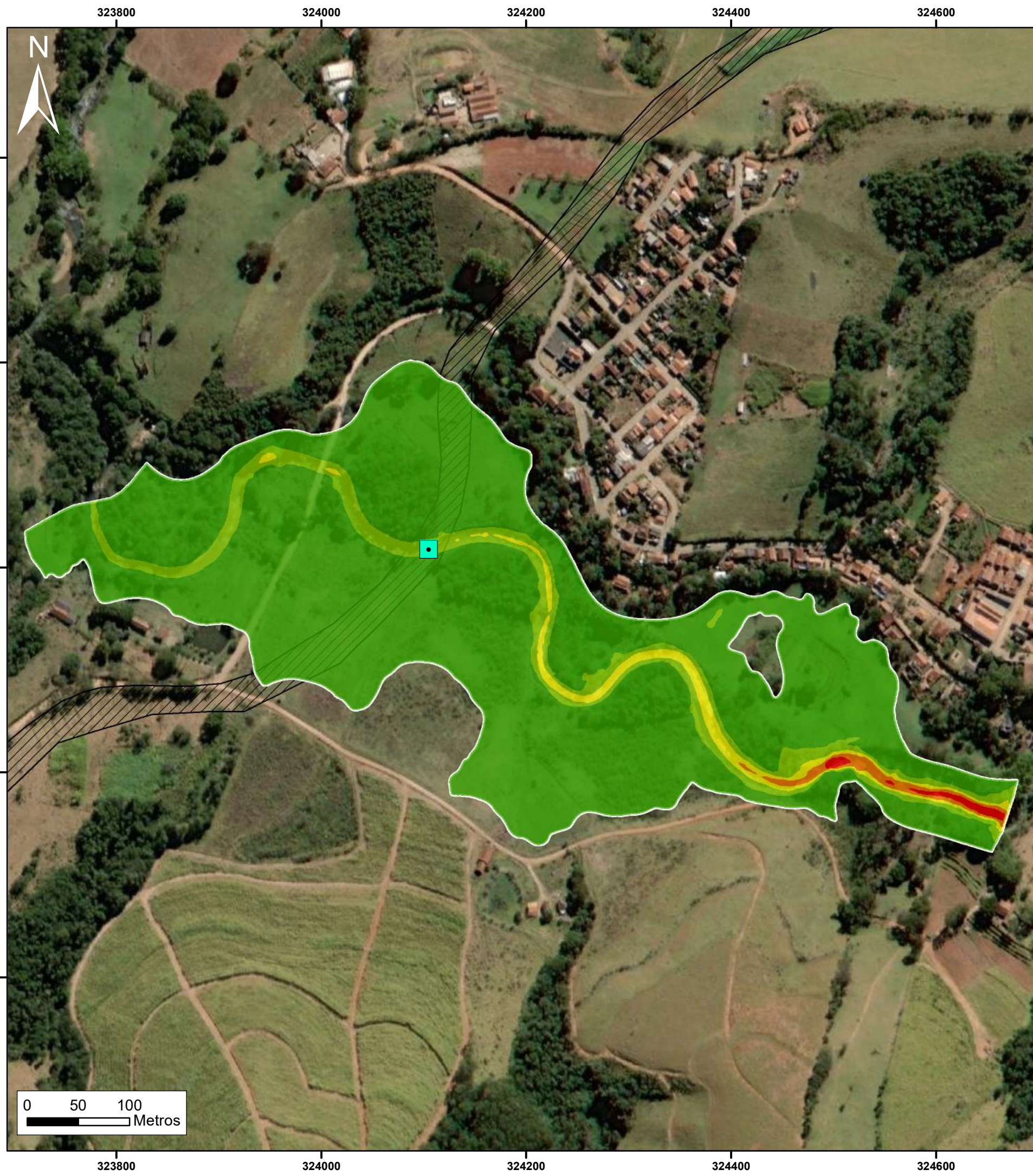
Para as condições de contorno a jusante da travessia do Rio Eleutério, optou-se por utilizar a profundidade normal do curso d'água para o cálculo das profundidades no fim do modelo. Tal condição utiliza a declividade no fim do trecho simulado.

7.3.3 Resultados

A modelagem hidráulica objetivou avaliar os perfis de velocidade e de profundidade no Rio Eleutério, em especial na região da travessia da faixa de dutos. Nesse sentido, as Figuras 22 e 23 ilustram os resultados das modelagens, no que tange à velocidade e profundidade, respectivamente.

Diante desse cenário, é possível compreender que a velocidade de escoamento, na região da travessia do Rio Eleutério, apresenta valores entre 1,5 a 2,5 m/s (Figura 22). De forma complementar, a Figura 23 apresenta as profundidades do fluxo, que, na maior parte do leito do canal, são superiores a 4,0 metros.

Há que se ressaltar que os resultados obtidos consideram uma superfície estimada da calha do rio, calculada por algoritmos hidrológicos consagrados. Entretanto, para uma maior precisão dos resultados, é fundamental o uso de levantamentos batimétricos incorporados ao modelo digital de terreno.



LEGENDA

- Travessia - Rio Eleutério
 - Faixa de domínio
- Velocidade do fluxo (m/s)
- 0,001 - 1,0
 - 1,0 - 2,0
 - 2,0 - 3,0
 - 3,0 - 4,0
 - 4,0 - 5,12

NOTAS:

- 1 - Este mapa apresenta um prognóstico da inundação potencial para cenário de cheia natural na região da travessia sobre o Rio Eleutério, a saber:
 - Cenário de evento chuvoso, considerando vazões de cheia natural referentes a um tempo de retorno de 1000 anos.
- 2 - Para detalhes de cálculo das informações apresentadas, consulte o Relatório RT-2302xx-0x-v01 (emitido pela ALTA, 2023).
- 3 - A mancha de inundação, nesse caso, pode ser definida como a estimativa da área que seria atingida pelo fluxo do cenário proposto. Sua precisão depende da qualidade das informações topográficas e das incertezas associadas à modelagem hidrodinâmica e aos dados de entrada do modelo. Essa informação deve ser utilizada apenas como uma referência e pode variar com as condições existentes da bacia hidrográfica.
- 4 - O mapa de inundação apresentado é baseado em simulações hidráulicas de propagação de fluxo, realizadas com auxílio do software HEC-RAS 6.2.

TÍTULO

FIGURA 22
 MODELAGEM HIDRÁULICA | VELOCIDADE DO FLUXO
 RIO ELEUTÉRIO

PROJETO

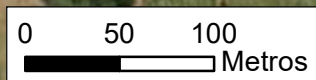
DEMANDA 11
 PROJETO EXECUTIVO DE ESTABILIZAÇÃO DAS MARGENS
 RIO ELEUTÉRIO | JACUTINGA (MG)

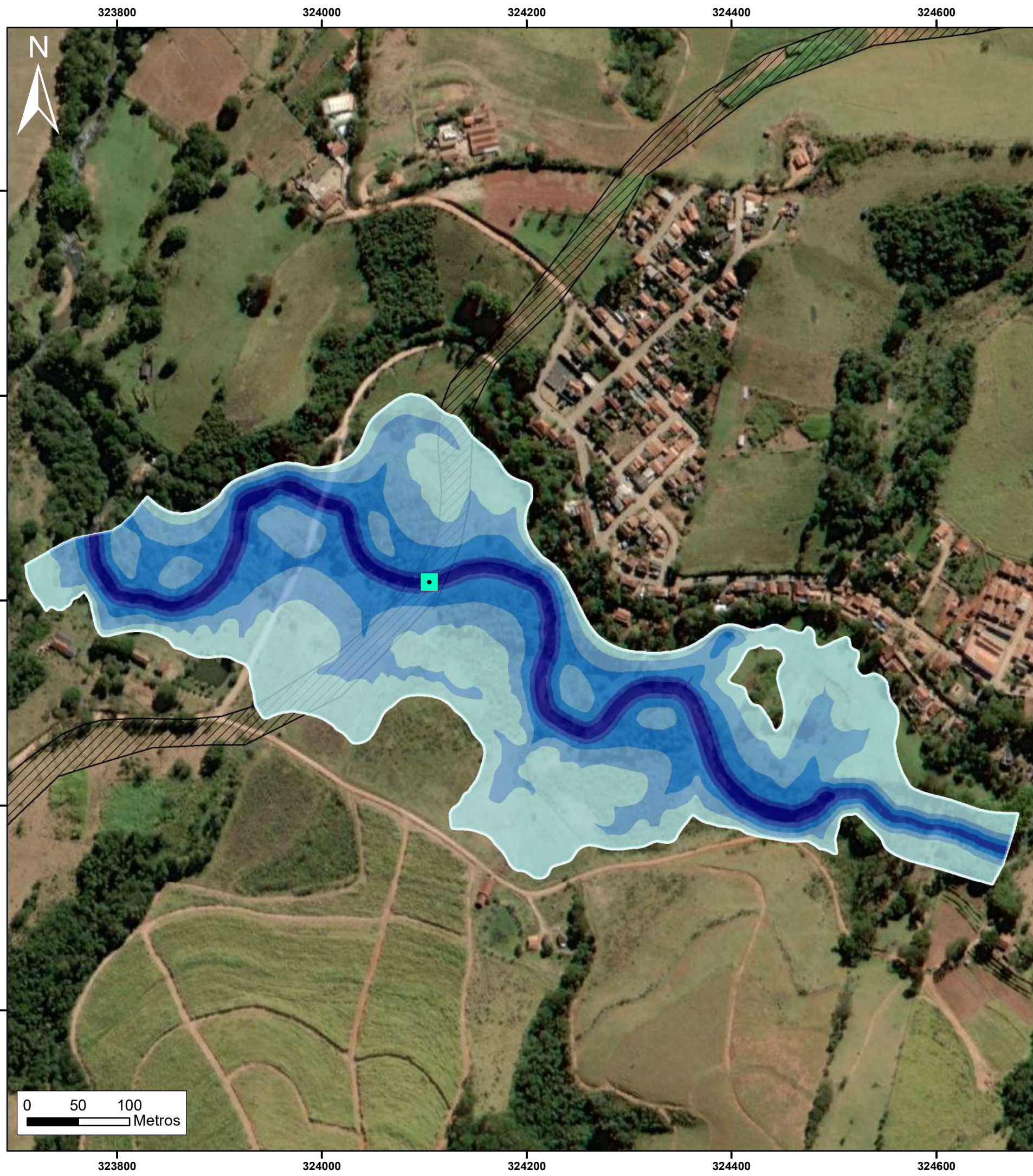
Escala: 1:4.000

Data:

Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zona 23 S

Fevereiro/2023





LEGENDA

- Travessia - Rio Eleutério
 - Faixa de domínio
- Profundidade (m)
- 0,001 - 1,0
 - 1,0 - 2,0
 - 2,0 - 3,0
 - 3,0 - 4,0
 - 4,0 - 4,89

NOTAS:

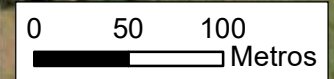
- 1 - Este mapa apresenta um prognóstico da inundação potencial para cenário de cheia natural na região da travessia sobre o Rio Eleutério, a saber:
 - Cenário de evento chuvoso, considerando vazões de cheia natural referentes a um tempo de retorno de 1000 anos.
- 2 - Para detalhes de cálculo das informações apresentadas, consulte o Relatório RT-2302xx-0x-v01 (emitido pela ALTA, 2023).
- 3 - A mancha de inundação, nesse caso, pode ser definida como a estimativa da área que seria atingida pelo fluxo do cenário proposto. Sua precisão depende da qualidade das informações topográficas e das incertezas associadas à modelagem hidrodinâmica e aos dados de entrada do modelo. Essa informação deve ser utilizada apenas como uma referência e pode variar com as condições existentes da bacia hidrográfica.
- 4 - O mapa de inundação apresentado é baseado em simulações hidráulicas de propagação de fluxo, realizadas com auxílio do software HEC-RAS 6.2.

TÍTULO
 FIGURA 23
 MODELAGEM HIDRÁULICA | PROFUNDIDADE
 RIO ELEUTÉRIO

PROJETO
 DEMANDA 11
 PROJETO EXECUTIVO DE ESTABILIZAÇÃO DAS MARGENS
 RIO ELEUTÉRIO | JACUTINGA (MG)

Escala: 1:4.000
 Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zona 23 S

Data:
 Fevereiro/2023



		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 26/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

8 INVESTIGAÇÕES COMPLEMENTARES

Os tópicos a seguir apresentam uma caracterização detalhada da área em estudo, em complementação à inspeção geotécnica apresentada anteriormente, com ênfase na interpretação do levantamento planialtimétrico cadastral e investigações geotécnicas executadas.

8.1 Levantamento Planialtimétrico

O serviço topográfico da área estudada foi realizado em janeiro de 2023. A planta gerada, emitida pela empresa LEV BRASIL, é apresentada escala de 1:1.800, com resolução de curvas de nível de 1m, seguindo o sistema de georreferenciamento SIRGAS 2000 em projeção UTM – Universal Transversa de Mercator, similar ao sistema WGS 84, segundo o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Na prancha apresentada no Anexo I, visualiza-se, além das curvas de nível, cotas e coordenadas, a planta tobobatimétrica e perfil longitudinal do duto, ao longo da travessia.

8.2 Sondagens à percussão

As investigações geotécnicas complementares foram executadas pela empresa MCG Engenharia, entre os dias 18 e 20 de janeiro de 2023, conforme especificado em documento RL-4710.04-6521-114-M9C-001. As investigações foram realizadas com o intuito subsidiar a elaboração de um modelo geológico-geotécnico de subsuperfície, representativo das condições existentes na região em estudo.

De acordo com a empresa executora, foram realizadas 3 (três) sondagens à percussão com ensaios de SPT – *Standard Penetration Test*, conforme a norma brasileira ABNT NBR 6.484/2001 – Sondagens de simples reconhecimento. A Tabela 7 mostra um resumo das sondagens executadas, enquanto a Figura 24 apresenta suas locações em planta. Na sequência, as Figuras xx a xx ilustra a execução do serviço.

Tabela 7 – Sondagens à percussão executadas na área em estudo.

Identificação	Coordenadas Geográficas (Sirgas 2000)		Cota (m)	Profundidade perfurada (m)	Profundidade do nível de água (m)
	Leste E (m)	Norte N (m)			
SP01	324.108,16	7.530.829,72	669,75	10,45	1,70
SP02	324.099,95	7.530.827,43	669,43	8,73	1,67
SP03	324.094,89	7.530.806,72	670,00	10,15	1,66

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 27/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

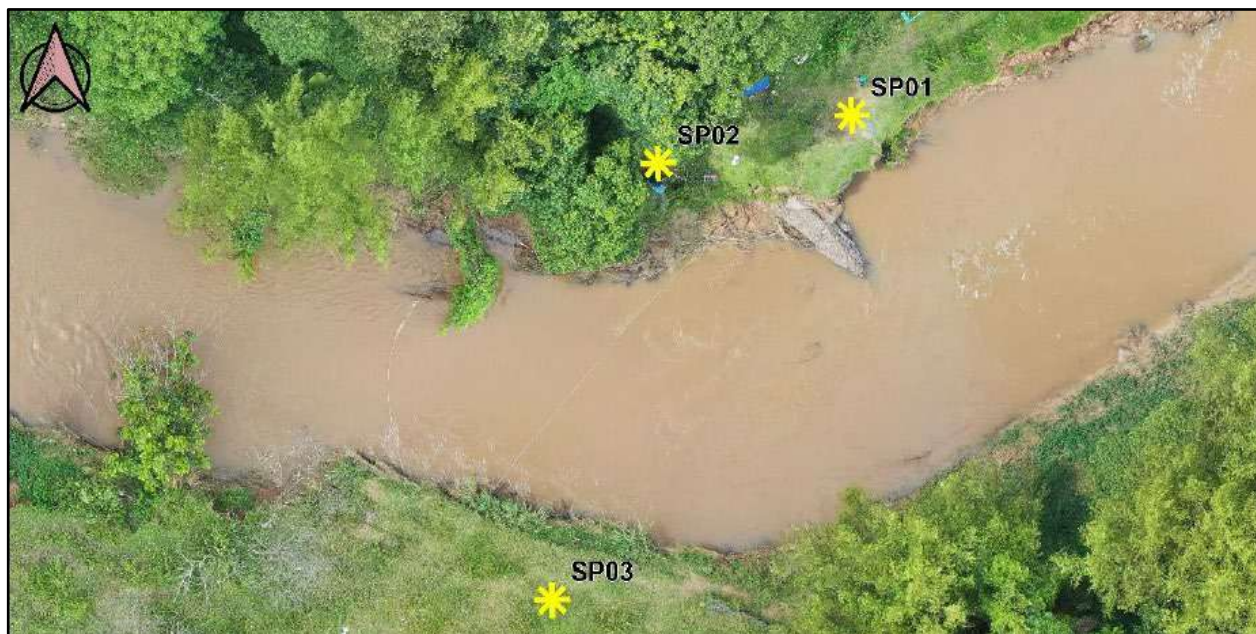


Figura 24 – Vista em planta da localização das sondagens executadas (Fonte: MCG Engenharia - RL-4710.04-6521-114-M9C-001).



Figura 25 – Execução da sondagem SP-01 (Fonte: MCG Engenharia - RL-4710.04-6521-114-M9C-001).



Figura 26 - Execução da sondagem SP-02 (Fonte: MCG Engenharia - RL-4710.04-6521-114-M9C-001).



Figura 27 – Execução da sondagem SP-03 (Fonte: MCG Engenharia - RL-4710.04-6521-114-M9C-001).

A sondagem SP-01 descreve perfil de solo composto por uma camada mais superficial areia-argilo-siltosa pouco compacta, de coloração marrom a amarela até a profundidade de 1,50 m. Na sondagem SP-02 e SP-03, este material foi identificado até 2,50 m. Uma camada de pedregulho pouco compacta foi identificada nos furos SP-01 e SP-02 e, por ser uma camada muito fina e de pouca influência, foi desprezada na composição do perfil geotécnico.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 28/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Na sequência, no furo SP-01, foi encontrada uma camada de areia grossa com pedregulhos, medianamente compacta a compacta, de coloração cinza, até a profundidade de 3,75 m. No SP-02 esta camada atingiu a profundidade de 4,00 m e no SP-03 de 3,90 m.

Posteriormente, foram identificadas camadas de areia-argilosa, com veios de alteração de rocha e mica, de coloração cinza. Nos furos SP-01 e SP-03, o material apresentou consistência medianamente compacta a compacta, com profundidade de 7,50 m e 7,00 m respectivamente. Já no SP-02, o material apresentou número de golpes mais elevados e, portanto, recebeu classificação de consistência rija a dura, com profundidade de 5,00 m.

Por fim, a sondagem atingiu um substrato mais profundo de argila-arenosa, com veios de alteração de rocha e mica de coloração amarela e consistência muito rija a dura. A profundidade do substrato atingiu o limite da sondagem com profundidade de 10,45 m, conforme solicitado pela Contratante. No entanto, os furos SP-02 e SP-03 atingiram camadas de areia-argilosa de cor cinza, com alteração de rocha, compactas a muito compactas. Em ambos os furos de sondagem, o amostrador atingiu camada impenetrável em profundidade de 8,73 m e 10,15 m respectivamente.

Em todas as sondagens executadas foi observada a presença de nível de água. O nível de água nos furos SP-01, SP-02 E SP-03 encontra-se a uma profundidade de 1,70 m, 1,67 m e 1,66 m respectivamente, podendo variar em posteriores medições.

O Anexo II apresenta os boletins de sondagem obtidos a partir da campanha de investigações.

9 PROJETO EXECUTIVO

Com base nas informações obtidas a partir da vistoria técnica e da modelagem hidráulica, bem como a partir dos resultados das investigações geotécnicas de campo, a seguir é apresentada a solução proposta para mitigação de erosão da margem do Rio Eleutério e suas etapas de execução.

9.1 Modelagem geotécnica

Para a modelagem do problema, de forma a se determinar a estratigrafia, os parâmetros de resistência das diferentes camadas de solos, a provável superfície de ruptura, e o fator de segurança da estrutura de contenção, a **ALTA** se baseou nas investigações geotécnicas executadas, apresentadas no tópico anterior, nas observações de campo, revisões bibliográficas de materiais com características similares ou de regiões próximas.

Após a interpretação dos boletins das sondagens (ver Anexo II), foram agrupados os tipos de solo com características semelhantes com base nos valores de NSPT e na descrição táctil-visual do

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 29/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

material. Como resultado, identificaram-se quatro horizontes distintos: (i) a camada superficial (Solo A), composta por sedimentos areno-argilo-siltosos, apresentando características mecânicas menos resistentes; (ii) a camada subjacente (Solo B), caracterizada como um depósito colúvio-aluvionar, com valores de NSPT entre 20 e 26. O restante do perfil foi caracterizado como solo residual e subdividido de acordo com o seu NSPT em: (iii) Solo Residual I (Solo C), apresentando valores de NSPT entre 7 e 20; (iv) Solo Residual II (Solo D), com valores de NSPT entre 20 e 40; e (v) Solo Residual III (Solo E), com valores de NSPT ≥ 40 .

A Tabela 5 exibe os parâmetros adotados para realização das análises de estabilidade, definidos com base nas sondagens e na expertise da **ALTA** partir da avaliação de materiais semelhantes.

Tabela 8 – Parâmetros de resistência da estratigrafia do talude.

Material	Interpretação geotécnica	Peso específico γ_{sat} (kN/m ³)	Coesão efetiva c' (kPa)	Ângulo de atrito ϕ' (°)
Solo A	Sedimentos superficiais	16	5	25
Solo B	Depósito colúvio-aluvionar	17	7	30
Solo C	Solo Residual I	18	10	28
Solo D	Solo Residual II	19	20	32
Solo E	Solo Residual III	19	20	35

9.2 Concepção da solução

Em função das observações de campo quanto às características geológico-geotécnicas e geometria atual da calha do rio, restrições da área disponível para construção e possibilidade de deflagração de novos processos instabilizantes, a **ALTA** buscou soluções possíveis que envolvessem as disciplinas de proteção da margem do curso hídrico contra o processo de erosão.

A suscetibilidade da área à ocorrência de escoamentos elevados, bem como inundações, reduz a taxa de sucesso de uma solução de engenharia natural, conduzindo a aplicação de estruturas rígidas, que garantem a eficácia estrutural. Destaca-se que durante a concepção da solução foram incorporados estudos da literatura técnica⁵.

⁵ PINTO, António Augusto Sampaio. Estabilização de margens fluviais. Uma abordagem multifuncional. 2018.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 30/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Dado as condicionantes e processos observados descritos até então, entende-se que o projeto deve ser executado de forma a: reduzir a velocidade do fluxo hídrico próximo a região da travessia; proteger a margem com processos erosivos mais avançados (margem direita) e impedir o avanço em direção à faixa; proteger o gasoduto na região da travessia em si. Destaca-se a necessidade de monitoramento de evolução das feições erosivas da margem esquerda, a jusante e próximas ao gasoduto, como forma de controle e possível intervenção futura.

Para tanto, foi concebida uma solução composta por diferentes estruturas, a saber:

i. Execução de espigões à montante da faixa de domínio

Conforme acordado em reuniões entre a **ALTA** e a **NTS**, embora haja necessidade e urgência em revestir toda a extensão da margem direita sujeita ao processo de erosão, as soluções adotadas serão restringidas a medidas de menor intervenção a áreas adjacentes, ou seja, que não estejam sob administração da **NTS**.

Considerando que a técnica de proteção de margem sugerida requer espaço disponível, dada a nova geometria do talude, foi proposta a adoção de uma proteção descontínua ou indireta, que não elimina a ação hídrica sobre as margens, mas reduz a sua velocidade. Nesse contexto, a solução mais adequada é a adoção de espigões, que são estruturas projetadas a partir da margem em direção ao centro do corpo hídrico, aproximadamente perpendicular ao fluxo da água. O objetivo dessas estruturas é redirecionar o fluxo da água, desviando-o de eventuais zonas críticas e direcionando-o para o centro do canal.

Esta técnica produz, em geral, vários efeitos ao longo de sua vida útil. Além daqueles já citados, os espigões podem favorecer a sedimentação de material de transporte na margem protegida, porém ocasionar erosão na margem oposta. Assim, se faz necessário o estudo de posicionamento e dimensionamento para a que implantação seja eficaz e não alavanque contratempos.

ii. Retaludamento e execução de colchão drenante na margem direita

A execução de colchão drenante como forma de revestimento protege a margem do rio contra o processo de erosão. O colchão drenante apresenta vantagens em relação ao enrocamento com pedras soltas (*rip-rap*), como a possibilidade de execução em taludes mais íngremes, diminuindo a área disponível para execução da estrutura e a maior resistência à velocidade e tensão de arraste provenientes do fluxo da água reduzindo, dessa forma, a altura da camada de revestimento necessária para garantir a estabilidade.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 31/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO PROJETOS	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v03	REV. 3	

Sendo assim, frente à maior estabilidade da estrutura e menor intervenção em área disponível, a solução adotada conta com execução de colchão drenante, com regularização de margem na proporção de 1:1.

iii. Instalação de colchão drenante içável na diretriz do gasoduto

Tal como mencionado anteriormente e documentado no arquivo **RL-47100.04-6500-115-VD9-001**, o trecho de travessia do duto demanda atenção, já que há histórico de erosão no leito do curso hídrico, aumentando a vulnerabilidade do gasoduto. Em documento pretérito, consta que o trecho foi classificado como risco MODERADO. Tal classificação decorre da avaliação da cobertura do duto, a qual em alguns trechos da travessia apresentou valores de 0,50m a 1,00m.

Diante das condicionantes expostas, a **ALTA** prevê a necessidade de revestir o leito do curso hídrico e a região da margem direita, na diretriz do gasoduto, com o intuito de prevenir o desenvolvimento de novos processos erosivos. A solução consiste em proteção contínua ou direta, com execução de colchão drenante na região da travessia.

Dado a presença do gasoduto, enterrado sob o leito do Rio Eleutério, o que impossibilita a execução de ensecadeiras utilizando a cravação de estacas-prancha, foi especificado então, colchão drenante içável, dando mais segurança e agilidade à obra.

Reitera-se que a estrutura deverá contemplar a margem direita e o leito da travessia. Quanto à margem esquerda, destaca-se a dificuldade de fixar o colchão drenante a ser instalado ao muro de gabião existente nessa região, e então deverá ser prevista a disposição de enrocamento entre a lateral do colchão e o gabião, de forma a preencher possível espaço entre as estruturas, evitando assim erosão na região de contato.

iv. Regularização do terraplino do muro gabião

Em função das observações de campo, detectou-se na margem esquerda estrutura de muro de gabião conservada, com ressalva ao terraplino, que apresentou um processo de abatimento, possivelmente causado pela ação de escoamento das águas, seja pluvial ou do próprio corpo hídrico, que desestabilizou o material da superfície. Frente a isso, a **ALTA** indica que o material superficial seja removido, regularizado, compactado e preenchido com enrocamento.

Por fim, é importante salientar que para a execução das referidas estruturas, é necessário desviar parcial e temporariamente o fluxo do rio, garantindo um bom grau de estanqueidade. Sendo assim, faz-se necessária a construção de ensecadeiras de estacas prancha metálicas, previstas no presente projeto.



LEGENDA

- Travessia - Rio Eleutério
- GASPAJ 14
- Colchão drenante içável
- Colchão drenante
- Espigão
- Regularização de gabião existente

NOTAS:

1 - Esta planta faz parte do Projeto Executivo de Estabilização das Margens do Rio Eleutério. Nesta consta a concepção da solução proposta para estabilização das margens, a qual contempla as seguintes estruturas:

- i. Execução de espigões à montante da faixa de domínio;
- ii. Retaludamento e execução de colchão drenante na margem direita;
- iii. Instalação de colchão drenante içável na diretriz do gasoduto;
- iv. Regularização do terrapleno do muro gabião

2 - Para maiores detalhes, consultar o Memorial Descritivo MD-230217-01-v01 (emitido pela ALTA, 2023).

TÍTULO
 FIGURA 28
 CONCEPÇÃO DA SOLUÇÃO
 RIO ELEUTÉRIO

PROJETO
 DEMANDA 11
 PROJETO EXECUTIVO DE ESTABILIZAÇÃO DAS MARGENS
 RIO ELEUTÉRIO | JACUTINGA (MG)

Escala: 1:1.000
 Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zona 23 S

Data:
 Fevereiro/2023



		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 33/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

9.3 Dimensionamento

O presente tópico visa apresentar o dimensionamento das soluções propostas para a estabilização das margens do Rio Eleutério, na região da travessia da faixa de dutos. Nesse sentido, serão englobados os dimensionamentos do retaludamento com sobreposição de colchão drenante, dos espigões a serem dispostos a montante da faixa, e do enrocamento na margem esquerda sobre a estrutura de gabião, assim como no encontro entre o gabião e o colchão drenante. Além disso, será avaliado dimensionamento das ensacadeiras, a serem realizadas com estacas-prancha, junto ao curso hídrico.

9.3.1 Colchão drenante

A seguir, apresenta-se a análise de estabilidade executada para a solução de colchão drenante na margem direita. Para a composição do modelo e seções transversais, foram utilizados os parâmetros geotécnicos determinados no item 5.1 e o levantamento topográfico realizado.

De maneira a definir o fator de segurança mínimo aceitável para o projeto, empregou-se a norma técnica brasileira NBR 11.682/2009 – Estabilidade de Taludes. Segundo a norma, o fator de segurança mínimo aceitável para um talude deve ser calculado em função da relação entre os impactos que uma eventual ruptura teria em vidas humanas (Tabela 9) e em bens materiais ou ambientais (Tabela 10).

Tabela 9 – Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas (NBR 11.682/2009).

Grau de segurança	Critérios
Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas urbanas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edifícios públicos, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas. - Ferrovias e rodovias de tráfego intenso.
Médio	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas. - Ferrovias e rodovias de tráfego moderado.
Baixo	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas. - Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 34/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA		Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B
		Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2

Tabela 10 – Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais (NBR 11.682/2009).

Grau de segurança	Critérios
Alto	- Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais. - Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos.
Médio	- Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado. - Danos Ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados.
Baixo	- Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido. - Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos.

Com base nos critérios supracitados, a matriz proposta na Tabela 11 permite definir qual o Fator de Segurança (FS) mínimo aceitável para o trecho. No caso, entende-se que o grau de segurança a perdas de vidas humanas é baixo, e aquele relacionado a perdas materiais e ambientais é alto. Portanto, o FS mínimo é de 1,4.

Tabela 11 – Fatores de segurança mínimos para deslizamentos (NBR 11.682/2009).

Grau de segurança Perdas de vidas Perdas materiais e ambientais	Grau de segurança		
	Alto	Média	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

Em todas as análises de estabilidade foi empregado o método rigoroso de Morgenstern-Price (1965)⁶, que estabelece o equilíbrio de forças e momentos das massas mobilizantes, considerando uma relação meso-senoidal (half sine) como função entre fatias. As análises foram executadas com auxílio do programa SLOPE/W, do pacote Geostudio 2012. A superfície de ruptura crítica, gerada automaticamente, foi de forma otimizada, permitindo uma busca mais refinada.

⁶ MORGENSTERN, N. R., PRICE, V. E. The Analysis of the Stability of General Slip Surfaces. Géotechnique, ISSN 0016-8505 ISSN 1751-7656. Volume 15 Issue 1, March, pp. 79-93. 1965.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 35/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

Além da parametrização dos materiais descritos no item 9.1, adotou-se uma sobrecarga no talude, na região em que está prevista a execução de colchão drenante na margem direita. Nesse sentido, a sobrecarga adotada levou em consideração a geometria da solução proposta e o peso específico dos materiais constituintes da solução. Conforme reportado na literatura técnica^{7,8} e com base na disponibilidade de materiais na região em que se encontra o Rio Eleutério, adotou-se um peso específico de 25 kN/m³.

As Figuras 29 e 30 apresentam, as análises de estabilidade considerando a solução proposta na margem direita do Rio Eleutério, em épocas de seca e cheia, respectivamente. Seus fatores de segurança obtidos foram superiores a 1,40, demonstrando que a solução é adequada para o caso em estudo.

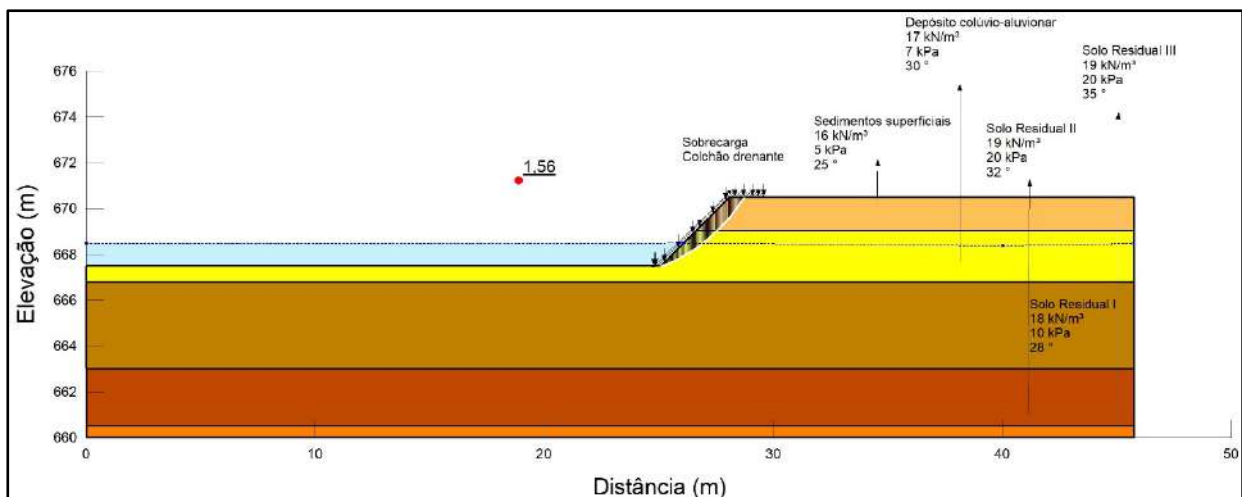


Figura 29 – Análise de estabilidade da margem direita em época de seca.

⁷ MACIEL FILHO, C. L. & NUMMER, A.L. Introdução à geologia de engenharia. - 5ª ed. - UFSM.

⁸ DE ALMEIDA BARROS, Persio Leister. Obras de contenção: manual técnico. Maccaferri, 2005.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 36/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

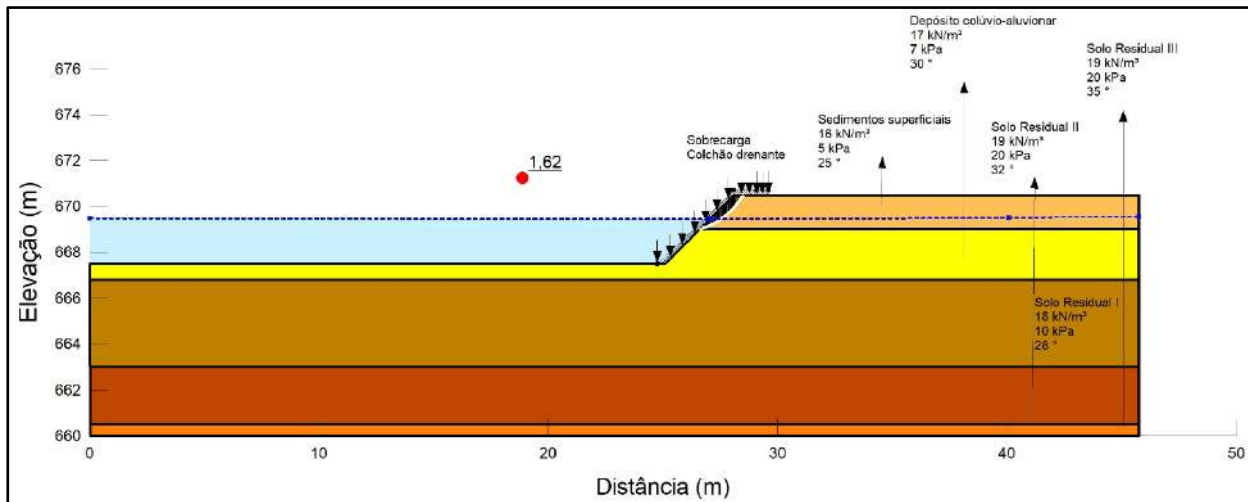


Figura 30 – Análise de estabilidade da margem direita em época de cheia.

9.3.2 Espigões

Para o dimensionamento dos espigões, a serem implantados na região a montante da travessia, foi utilizado o Manual Técnico - Obras de sistematização fluvial em correntes e rios com Espigões⁹, como referência bibliográfica. De acordo com o referido manual, para o dimensionamento de tais estruturas, em geral, devem ser considerados os seguintes aspectos: variáveis do fluxo e parâmetros do canal.

A partir dessas informações, é possível estabelecer o conjunto da obra, abrangendo elementos tais como: localização em planta, separação dos espigões, quantidade e comprimento de cada espigão. Para o presente caso, já que o intuito da utilização dos espigões é proteger a margem direita contra a ocorrência de processos erosivos, estes devem ser restritos à margem citada.

Quanto ao espaçamento dos espigões, considerando que o curso hídrico, na região em estudo é curvo, foi adotado o Método Gráfico. Esse método leva em consideração o espaçamento das estruturas a partir de um ângulo de desvio fixo $\beta = 9^\circ$ a 14° . Assim, a partir da locação do primeiro espigão, posiciona-se o espigão seguinte a jusante na intersecção entre a margem externa do rio e a reta que se origina da cabeça de cada espigão, formando

⁹ FRACASSI, Gerardo. Proteção de rios com soluções Maccaferri. Oficina de Textos, 2017.

As informações contidas neste documento são propriedade da NTS, sendo proibida a utilização fora da sua finalidade.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 37/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

o ângulo β com a tangente ao raio de curva nessa posição. A Figura 31 ilustra o método utilizado.

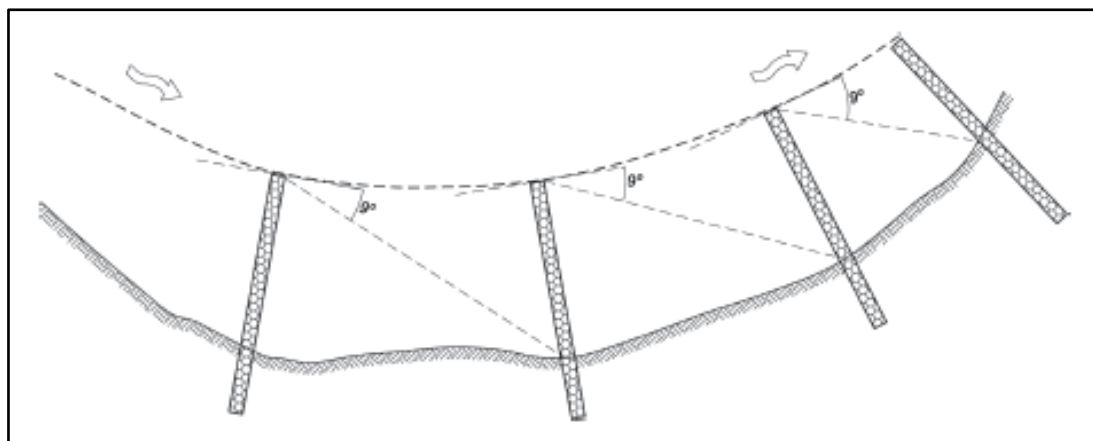


Figura 31 - Método gráfico para definir a separação entre os espigões (Fonte: Fracassi, 2017).

Segundo o manual técnico, o número de espigões deve sempre ser maior que 2, para uma adequada utilização da solução. Alguns autores recomendam um mínimo de 4 espigões. Nesse sentido, para o presente estudo foram adotados 4 espigões.

No que diz respeito ao comprimento dos espigões, destaca-se que tal medida é convencionalmente dividida em duas partes: o comprimento de ancoragem L_e , que fica engastada na margem e o comprimento ativo L_a , que fica exposta a ação da corrente. Por sua vez o comprimento de trabalho L_t , é definido como a projeção de L_a no sentido perpendicular ao eixo da corrente. O valor de L_t está relacionado à largura do rio, devendo estar compreendido entre 25% a 30% da largura do canal.

Para o presente estudo, adotou-se o método em que é dimensionado primeiramente o espigão mais a montante e, posteriormente, os demais espigões, com base no primeiro. Assim, para o primeiro espigão, adotou uma condição de comprimento do trecho embutido - L_e - entre 25 a 40% do comprimento de trabalho - L_t . Para os demais, adotou condição de ancoragem entre 15 a 20% do comprimento de trabalho.

A memória de cálculo do dimensionamento dos espigões se encontra no Anexo III.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 38/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

9.3.3 Enrocamento

Para a determinação do enrocamento a ser utilizado no abatimento identificado na margem esquerda, junto ao muro de gabião, e no contato entre o muro de gabião e o colchão drenante na travessia, foi utilizada a equação de Isbash¹⁰. Esta relaciona a velocidade de arrastamento de um sedimento – bloco de rocha - em águas correntes, em função do diâmetro do bloco.

$$D_{50} = \frac{V_a^2}{2gC^2(G_s - 1)}$$

Onde:

D_{50} = Diâmetro do bloco (m);

V_a = Velocidade média do canal (m/s);

G_s = Gravidade específica do bloco (adimensional);

G = Constante gravitacional (m/s^2);

C = Variável de acordo com a turbulência do fluxo.

Para o presente estudo, adotou-se uma velocidade médio do canal, na região da travessia, de 2 m/s, conforme os resultados obtidos a partir da modelagem hidrodinâmica. Além disso, foram adotados uma gravidade específica do bloco de 2,54 e o parâmetro C relacionado a zonas de baixa turbulência.

Os resultados indicam blocos de diâmetro de 0,09 m ou 90 mm. O memorial de cálculo da avaliação do diâmetro do enrocamento é apresentado no Anexo IV.

9.3.4 Ensecadeiras – Estacas pranchas

Para a execução de algumas das soluções propostas – colchão drenante e espigões – é necessário que, provisoriamente, o fluxo do rio seja deslocado. Assim, no trecho em que é prevista a instalação de tais elementos, é necessário que haja estanqueidade. Por essa razão, optou-se pela utilização de estacas pranchas metálicas.

¹⁰ ISBASH, S. Construction of dams by depositing rock in running water. 1936.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 39/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

O dimensionamento das ensecadeiras considerou estacas pranchas com comprimento de 6,0 metros, adotando aço S 240 GP (EN 10248-1/1995). O dimensionamento e verificação foi realizado através do *software* “Projeto de Contensões”, da GEO5, com materiais, parâmetros e condições de contorno baseados nos estudos de detalhes e investigações complementares, realizados para concepção do presente projeto.

A estimativa de nível de água teve como base dados apresentados em documento pretérito. Constam em Relatório Técnico de Inspeção (RL-4300.50-6500-115-VD9-001), resultados obtidos através de trabalhos de campo executados no dia 07 de junho de 2018, que incorporam, além da configuração do nível d’água, informações sobre perfil do terreno e profundidade dos dutos em travessia (Figura 32). Pressupondo que a execução da obra seja realizada na mesma sazonalidade, favorecendo a condição de contorno, no que diz respeito a nível d’água mais baixo, admitiu-se uma condição de altura de nível d’água próximo de 0,8 m, a partir do leito do rio.

Contudo, vale lembrar que a instalação de estruturas de desvio parcial do rio pode resultar em elevação do nível d’água, em função da redução da área molhada. Considerando uma geometria aproximada em formato de trapézio, uma redução percentual das bases pode ocasionar um aumento da altura da lâmina d’água. Sendo assim, para a situação mais crítica de bloqueio parcial, na ordem de 50% do canal, o nível de água passaria de 0,8 m a 1,6 m. Além dessa estimativa, ainda foi previsto e verificada uma variação adicional de no máximo 0,4 m, totalizando uma lâmina de 2,0 metros de altura.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 40/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

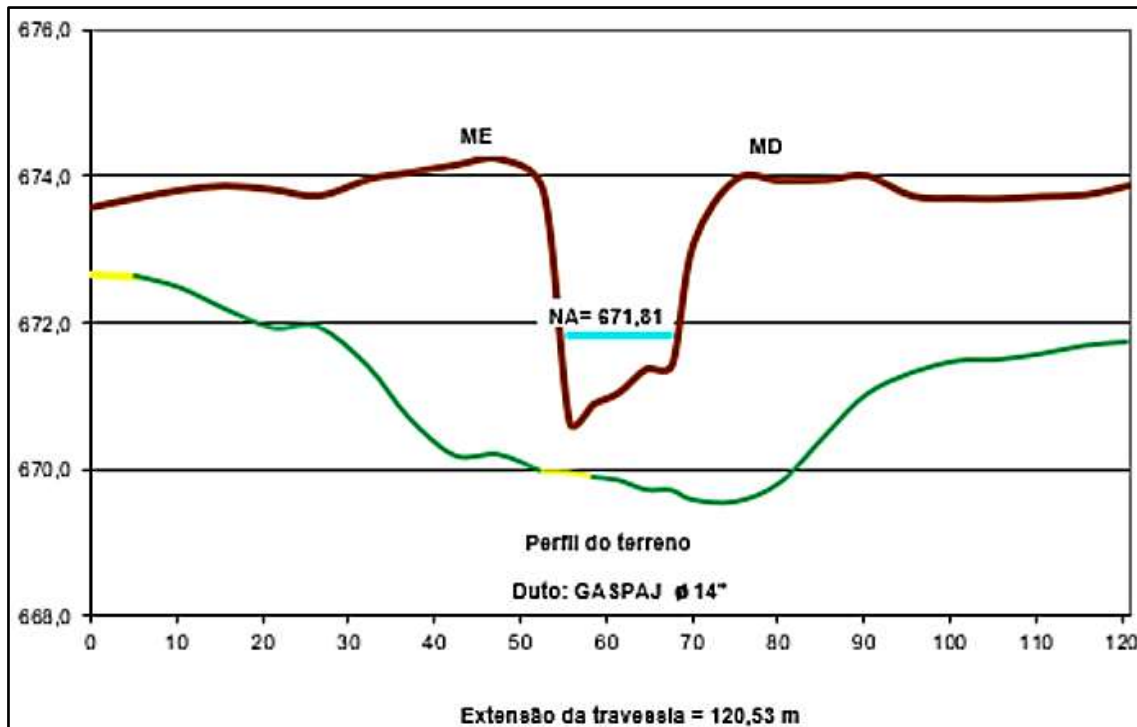


Figura 32- Detalhe de perfil - Representação de perfil do terreno e nível de água

O memorial de cálculo das estacas pranchas é apresentado no Anexo V do presente relatório.

9.4 Especificações técnicas

O documento de referência **ET-4710.04-6521-185-ALT-002=B** apresenta as especificações técnicas dos materiais e serviços que devem ser empregados para execução do projeto.

9.5 Detalhamento executivo

O detalhamento executivo é apresentado no documento de referência **DE-4710.04-6521-185-ALT-003=B**, contendo os dois tipos de soluções definidas.

9.6 Requisição de Material

O documento de referência **RM-4710.04-6521-185-ALT-004=B** apresenta a lista de quantitativos dos materiais e serviços que serão empregados para execução.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 41/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

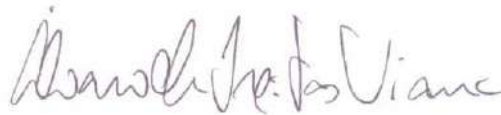
Dentro da expertise da sua equipe técnica, a **ALTA** buscou apresentar, no presente relatório, além da solução para mitigação do risco associado a processos erosivos na margem do Rio Eleutério, o memorial descritivo referente a intervenção, de modo que ficasse transparente para **NTS**, a forma como ela foi definida.

A execução deverá seguir estritamente os detalhes, processos executivos e especificações técnicas apresentados. Qualquer alteração no projeto, sem a aprovação formal e expressa da **ALTA**, será de única e inteira responsabilidade da Contratante e empresa executora, dirimindo a **ALTA** e autores do projeto de quaisquer eventualidades ou danos que venham a ocorrer.

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 42/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

11 EQUIPE TÉCNICA

A equipe da **ALTA** se coloca à disposição da Contratante para quaisquer esclarecimentos, subscrevendo-se abaixo.



ALTA GEOTECNIA AMBIENTAL

Registro CREA: 2011202316

**Responsável Técnico: Engenheiro Civil Álvaro de Freitas Viana, M.Sc. em Geotecnia –
CREA 2002107730**

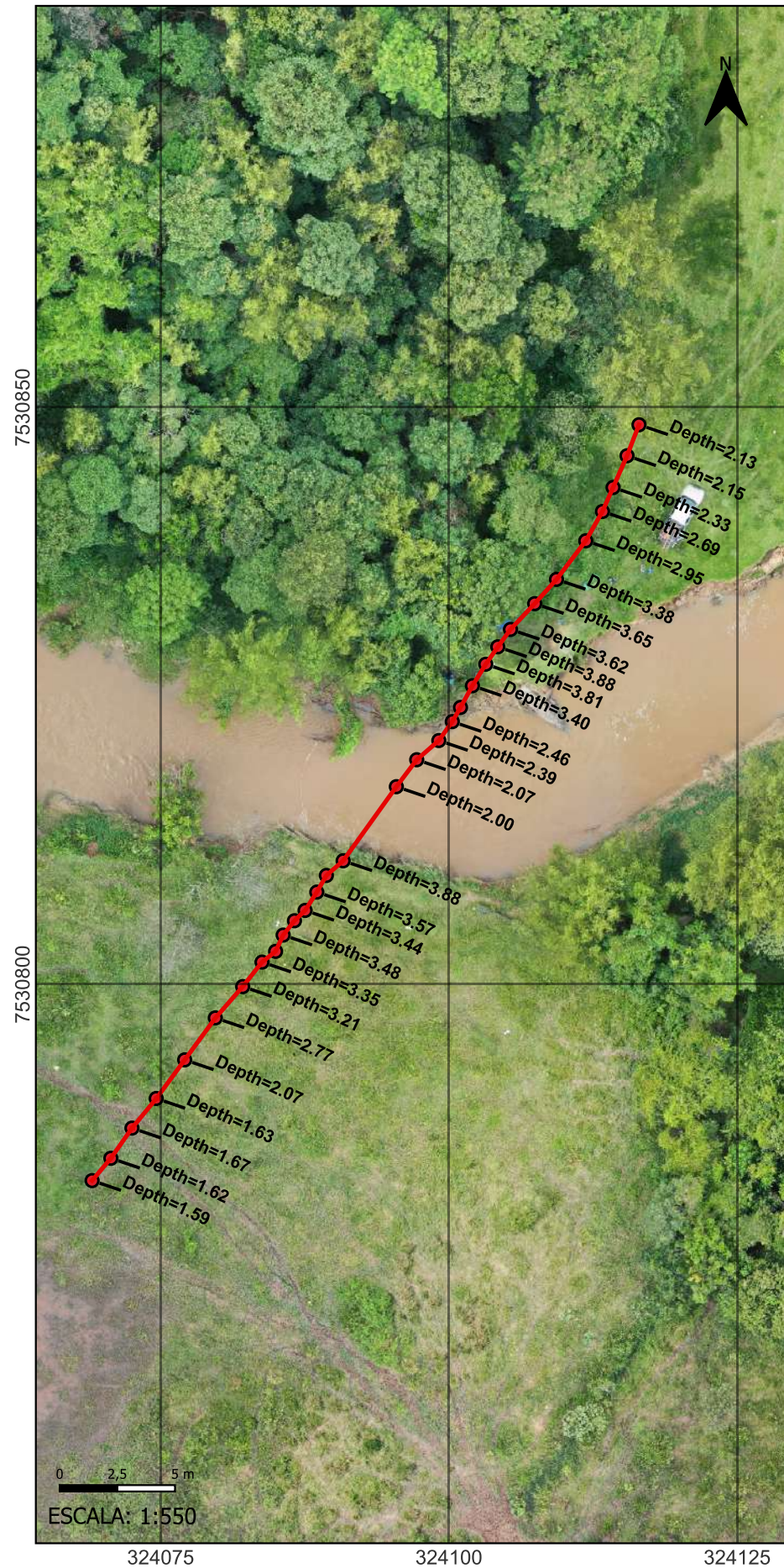
Profissionais e empresas que participaram do presente trabalho:

PROFISSIONAL	FUNÇÃO
Alexandre Conti, M.Sc. em Geotecnia	Líder da Célula
Laís Santos	Engenheira Civil
Kadson Gomes, M.Sc. em Geotecnia	Geólogo
Camila Mello, M.Sc. em Eng. Civil	Eng. Hidráulica
Caio Queiroz	Geólogo
Pedro Dionelo	Geólogo
Gabrielly Bessa	Estagiária de Engenharia

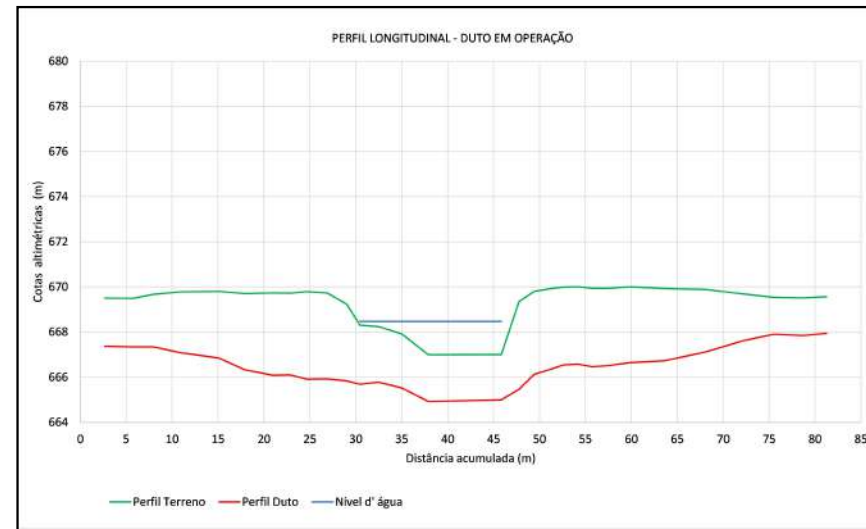
		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 43/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

ANEXO I - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

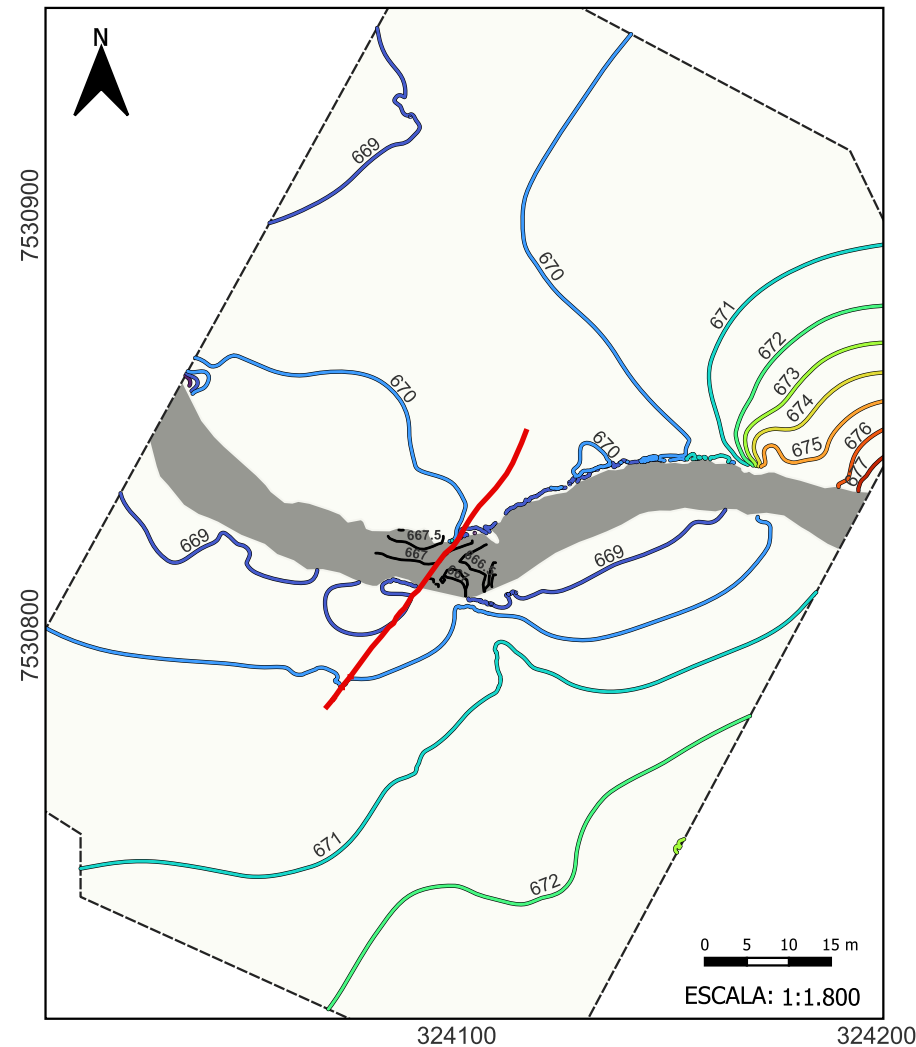
1. PLANTA TOPOBATIMÉTRICA



2. PERFIL DUTO



3. CURVAS DE NÍVEL



CLIENTE:



EXECUÇÃO:



Projeção:
Universal Transversal de Mercator - Zona 23 Sul
Datum Horizontal: SIRGAS2000



LEGENDA:

- Duto GASPJ
 - Pontos Pipe Locator
 - Rio Eleutério
 - Área da Ortofoto
- Curvas de Nível (m)
- 667
 - 668
 - 669
 - 670
 - 671
 - 672
 - 673
 - 674
 - 675
 - 676
 - 677

PROJETO:

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO/TOPOBATIMÉTRICO E INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS GASPJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO

ÁREA:

JACUTINGA/ MG E ITAPIRA/SP

TÍTULO:

PLANTA TOPOBATIMÉTRICA E PERFIS TRAVESSIA RIO EULÉRIO Km 64+450

REFERÊNCIA CARTOGRÁFICA:

Ortofoto Georreferenciada - LEV Brasil

HISTÓRICO DE REVISÕES:


REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMISSÃO ORIGINAL	02/02/2023	MS	CR	AB

FOLHA: A3 CÓDIGO: T2023002 DATA: 30/01/2023

DE-4710.04-6521-113-M9C-001


		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 45/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

ANEXO II – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS: BOLETINS DE SONDAGEM

	MCG ENGENHARIA	PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA	PÁGINA 2/17
TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL	Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	
	Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	3
2	INFORMAÇÕES GERAIS	3
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
4	METODOLOGIA	4
4.1	IDENTIFICAÇÃO	4
4.2	PREPARAÇÃO PARA O FURO	5
4.3	EXECUÇÃO DO FURO DE SONDAGEM	5
4.4	ENSAIO DE PENETRAÇÃO PADRONIZADO (SPT)	6
4.5	AMOSTRAGEM	6
4.6	LOCAÇÃO DOS FUIROS DE SONDAGEM	7
5	EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	8
6	FOTOS	9
7	OBSERVAÇÕES	14
8	PERFIS	15

	<p align="center">MCG ENGENHARIA</p>	<p align="center">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p align="center">PÁGINA 3/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	

1 OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar as características geológico/geotécnicas identificadas através da investigação geotécnica por meio de sondagem a Percussão tipo SPT, para reconhecimento do subsolo caracterizando-se suas propriedades Travessia do GASPAJ no Rio Eleutério – Km 64+450 (Jacutinga/MG).


2 INFORMAÇÕES GERAIS

O presente relatório faz parte das atividades de sondagem a percussão tipo SPT realizadas entre os dias 18 e 20 de janeiro de 2023, para investigações geotécnicas e levantamentos topográficos/topobatimétricos na área da travessia do GASPAJ no Rio Eleutério – Km 64+450 (Jacutinga/MG).

Os Serviços foram realizados pela empresa LEV BRASIL - ESTUDOS E PROJETOS EM CIÊNCIAS DA TERRA DO MAR LTDA - ME, inscrita na Receita Federal sob o número de CNPJ: 25.103.570/0001-38 e localizada na Rua Liberalino Lima, 255 - Olaria, Vila Velha (ES) - CEP: 29100-535.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- NBR 6484/2001 - Solo - Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio;
- NBR 6502/1995 – Rochas e Solos – Terminologia;
- NBR 9604/1997 – Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas – Procedimento.
- NBR 9820/1997 – Coleta de Amostras indeformadas de solos de baixa consistência em furos de sondagem – Procedimento.
- NBR 10719/2011 – Informação e documentação – Relatório técnico e/ou científico – Apresentação.
- ABGE Boletim nº3 – 4º edição – São Paulo/1999 (manual de Sondagens).
- 4600000727-SS-01=0 – SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO.
- Arquivo kmz do GASPAJ - Travessia do Rio Eleutério.

	<p style="text-align: center;">MCG ENGENHARIA</p>	<p style="text-align: center;">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p style="text-align: center;">PÁGINA 4/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	

4 METODOLOGIA

Foram realizados 03 (Três) furos de sondagens a percussão do SP.01 ao SP.03, chegando a cota de 10 metros assim como solicitado pelo cliente para investigação do subsolo. A investigação geotécnica através da sondagem tem como finalidade o reconhecimento do subsolo caracterizando-se suas propriedades.

Esta investigação é realizada através de um barrilete amostrador do tipo Terzaghi – Peck (diâmetro interno e externo, respectivamente, iguais a 34,9 mm. e 50,8 mm.), cravado por meio de golpes com um peso de 65 Kg, caindo em queda livre por 75 cm. De altura.

Durante o ensaio registrou-se o número de golpes necessários à penetração de cada 15 cm da camada investigada. A caracterização dos materiais é realizada considerando a análise táctil-visual das amostras coletadas durante a cravação do amostrador e dados obtidos no local.

O presente relatório apresenta os perfis individuais de cada sondagem com a profundidade metro a metro e os valores do SPT, a classificação geológico- geotécnica e o nível d'água encontrado, caso exista.

Obs.: O R.N. (Referência de Nível) adotado encontra-se assinalado na Planta de Locação dos furos;


Em solos colapsíveis, o emprego de circulação de água acima do nível de água, tenderá a diminuir os valores dos índices;

Nota: Para melhor verificação do nível d'água, abrir poço de maior diâmetro na época da obra.

Para atendimento a Norma e a especificação da contratante, as atividades foram realizadas da seguinte forma:

4.1 IDENTIFICAÇÃO

A identificação de cada furo foi adotada de acordo especificação do contratante.

	<p align="center">MCG ENGENHARIA</p>	<p align="center">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p align="center">PÁGINA 5/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	

4.2 PREPARAÇÃO PARA O FURO

Foram obedecidos os seguintes critérios antes da execução dos furos de sondagem:


- a) Limpeza de uma determinada área ao redor de cada furo executado, permitindo o bom desenvolvimento da atividade;
- b) Todos os furos realizados estão devidamente identificados, através de piquetes de madeira.
- c) Os piquetes de madeira estão localizados em local que possa servir de referência topográfica do furo;
- d) Para acondicionamento das hastes e outras ferramentas foram utilizados cavaletes e caixas de ferramenta.
- e) O comprimento das hastes foi conferido antes do início das atividades.

4.3 EXECUÇÃO DO FURO DE SONDAGEM

Os furos de sondagem foram realizados seguindo o que estar determinado na NBR 6484 – Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – método de ensaio.

Para atendimento da norma foram obedecidos os seguintes procedimentos:

- a) A operação de perfuração por circulação de água foi feita com o trépano de lavagem e o material escavado foi removido por meio de circulação de água. A operação foi feita elevando-se a composição de lavagem a cerca de 30 cm do fundo do furo, soltando-a com um movimento de rotação imprimido manualmente pelo operador. Quando se atingiu a cota de amostragem, o conjunto de amostragem foi suspenso a uma altura de 20 cm do fundo do furo, mantendo-se a circulação da água por tempo suficiente até que todos os detritos da perfuração tenham sido removidos do interior do furo.
- b) Durante a operação de perfuração, foram anotadas as profundidades das transições de camadas detectadas por exame táctil-visual e da mudança de coloração dos materiais.

	<p style="text-align: center;">MCG ENGENHARIA</p>	<p style="text-align: center;">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p style="text-align: center;">PÁGINA 6/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	

4.4 ENSAIO DE PENETRAÇÃO PADRONIZADO (SPT)

Os furos de sondagem foram realizados seguindo o que está determinado na NBR 6484 – Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – método de ensaio.


Para atendimento da norma, foram atendidos os seguintes critérios:

- a) A partir das cotas do terreno, foi iniciado o ensaio de penetração a cada metro subsequente;
- b) O amostrador padrão e as hastes utilizadas estavam de acordo com que está especificada em norma;
- c) O fundo do furo encontrou-se limpo no momento do ensaio. Não houve casos de desmoronamento da parede do furo;
- d) Durante a execução das sondagens foram medidas em diversas profundidades as resistências oferecidas pelo terreno à cravação de um amostrador tipo SPT, de 2" e 1 3/8" de diâmetros nominais respectivamente, externo e interno;
- e) O martelo para cravação do amostrador possuía haste guia, onde foi claramente marcada ao redor da haste a altura de 75 cm. Em torno da haste guia foi colocado um coxim de madeira de lei, evitando o atrito entre o aço ao executar a queda livre;
- f) As medidas do SPT foram feitas a cada metro do terreno penetrado e corresponde ao número de golpes necessários de um peso de 65 kg, caindo de uma altura de 75 cm para a cravação dos 45 cm finais do amostrador;
- g) Para determinação do impenetrável, foram consultados os critérios segundo norma.

4.5 AMOSTRAGEM

Para coleta e acondicionamento das amostras do furo de sondagem, foram adotados os seguintes critérios:

- a) As amostras foram retiradas livres de contaminação;
- b) As amostras foram retiradas do amostrador (aproximadamente 200g), sempre que possível, na sua forma cilíndrica;
- c) No mínimo, foi coletada uma amostra a cada metro de sondagem, ou, tantas amostras fossem necessárias para cada tipo de material;

	<p align="center">MCG ENGENHARIA</p>	<p align="center">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p align="center">PÁGINA 7/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	

- d) Os recipientes das amostras foram acondicionados em sacos, perfeitamente etiquetados com as seguintes informações: interessado, local, obra, número da sondagem, amostra, profundidade, tipo de sondagem.

4.6 LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM

Localção dos furos de sondagem - Travessia do GASPAJ no Rio Eleutério – Km 64+450 (Jacutinga/MG).

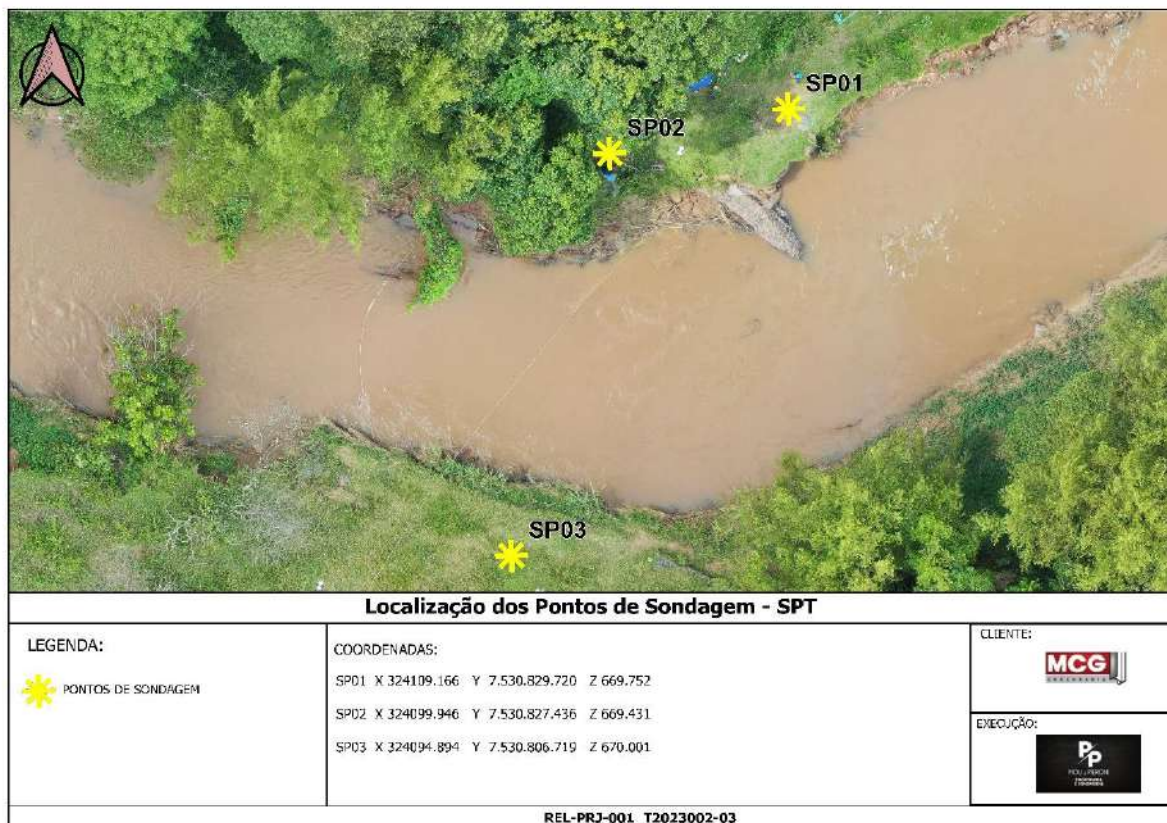




Figura 1 – Localização dos Pontos de Sondagem - SPT

	<p style="text-align: center;">MCG ENGENHARIA</p>	<p style="text-align: center;">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p style="text-align: center;">PÁGINA 8/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	

5 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Para execução dos serviços de sondagem e coleta de materiais para os ensaios foram utilizados os seguintes equipamentos e ferramentas:

- Tripé de sondagem com escada, dotado de roldana dupla e moitão;
- Hastes retilíneas emendadas por luvas, em segmentos de 1,0 m e 2,0 m, em tubo de aço, com diâmetro nominal de 1", SCH 80, e com massa tórica de 3,23 kg;
- Tubos de revestimento emendados com luvas, em comprimentos de 1,0 m e/ou 2,0m, em aço DIN 2440, com diâmetro nominal de 2 ½";
- Amostrador padrão com diâmetro externo de 50,8 mm ± 2 mm;
- Peça de lavagem ou trépano com ponta em bisel, largura 62 mm ± 5 mm;
- Trado cavadeira ou concha;
- Trado espiral ou helicoidal com diâmetro de 56 mm;
- Peso de bater de 650 KN ± 1,5%;
- Corda de sisal com 25 mm (1") para o peso de bater;
- Medidor do nível de água;
- Balde para esgotamento de água;
- Caixa de lavagem;
- Motor bomba e conjunto para circulação de água;
- Camelongo;
- Chaves pesadas, para tubos de 457 mm (18") e 610 mm (24");
- Metro;
- Giz para marcação;
- Saco para guardar amostras;
- Etiquetas;
- Folhas de sondagem e nivelamento;
- Materiais de reposição (ex. graxa);
- Dois bicos do amostrador de reservas;
- Sapata de revestimento;
- Saca tubo;
- Cabeça de bater da haste de penetração e do tubo de revestimento;

	<p align="center">MCG ENGENHARIA</p>	<p align="center">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p>PÁGINA 9/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	

- Chifre de bode (alçador de hastes ou gancho alçador);
- Bolacha – Disco de aço para uso com saca tubo;
- Cachimbo de lavagem ou cruzeta com alça e manoplas;
- Chave Grifo de 24” e 18”;
- Ferramentas;
- Graxeta.

6 FOTOS

A seguir fotos da execução dos furos:



Figura 2 – SP-01


	<p align="center">MCG ENGENHARIA</p>	<p align="center">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p align="center">PÁGINA 10/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	



Figura 3 – SP-02


	<p align="center">MCG ENGENHARIA</p>	<p align="center">PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA</p>	<p>PÁGINA 11/17</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL</p>	<p>Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	
	<p>Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001</p>	<p>REV. A</p>	



Figura 4 – SP-03


	MCG ENGENHARIA	PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA	PÁGINA 12/17
TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL	Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	
	Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	



Figura 5 – Amostra SP-01

0 a 1 metro – Areia Argilo Siltosa marrom

1 a 1,5 metro – Silte Argilo Arenoso amarelo

1,5 a 1,7 metro – Camada de Pedregulho

1,7 a 3,75 metros – Areia com presença de pedregulhos, cor cinza

3,75 a 7,5 metros – Argila Arenosa com alteração de rocha e presença de mica, cor cinza

7,5 a 10,45 metros – Argila Arenosa com alteração de rocha e presença de mica, cor amarela


	MCG ENGENHARIA	PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA	PÁGINA 13/17
TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL	Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	
	Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	



Figura 6 – Amostra SP-02

0 a 1,48 metro – Areia Argilo Siltosa marrom

1,48 a 1,6 metro – Camada de Pedregulho

1,6 a 2,5 metro – Argila Areno Siltosa marrom

2,5 a 4 metros – Areia com presença de pedregulhos, cor cinza

4 a 5 metros – Argila Arenosa com alteração de rocha e presença de mica, cor cinza

5 a 8,73 metros – Areia Argilosa com alteração de rocha, cor cinza


	MCG ENGENHARIA	PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA	PÁGINA 14/17
TÍTULO RELATÓRIO DE SONDAGEM PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO CIVIL	Nº NTS RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	
	Nº CONTRATADA RL-4710.04-6521-114-M9C-001	REV. A	



Figura 7 – Amostra SP-03

0 a 2,5 metro – Areia Argilo Siltosa marrom

2,5 a 3,9 metro – Areia com presença de pedregulhos, cor cinza

3,9 a 7 metro – Areia Argilosa com alteração de rocha e presença de mica, cor cinza

7 a 10,15 metros – Areia Argilosa com alteração de rocha, cor cinza

7 OBSERVAÇÕES

O nível de água medido no dia da execução da sondagem pode variar em posteriores medições.



TÍTULO
**RELATÓRIO DE SONDAGEM
PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA
GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO
CIVIL**

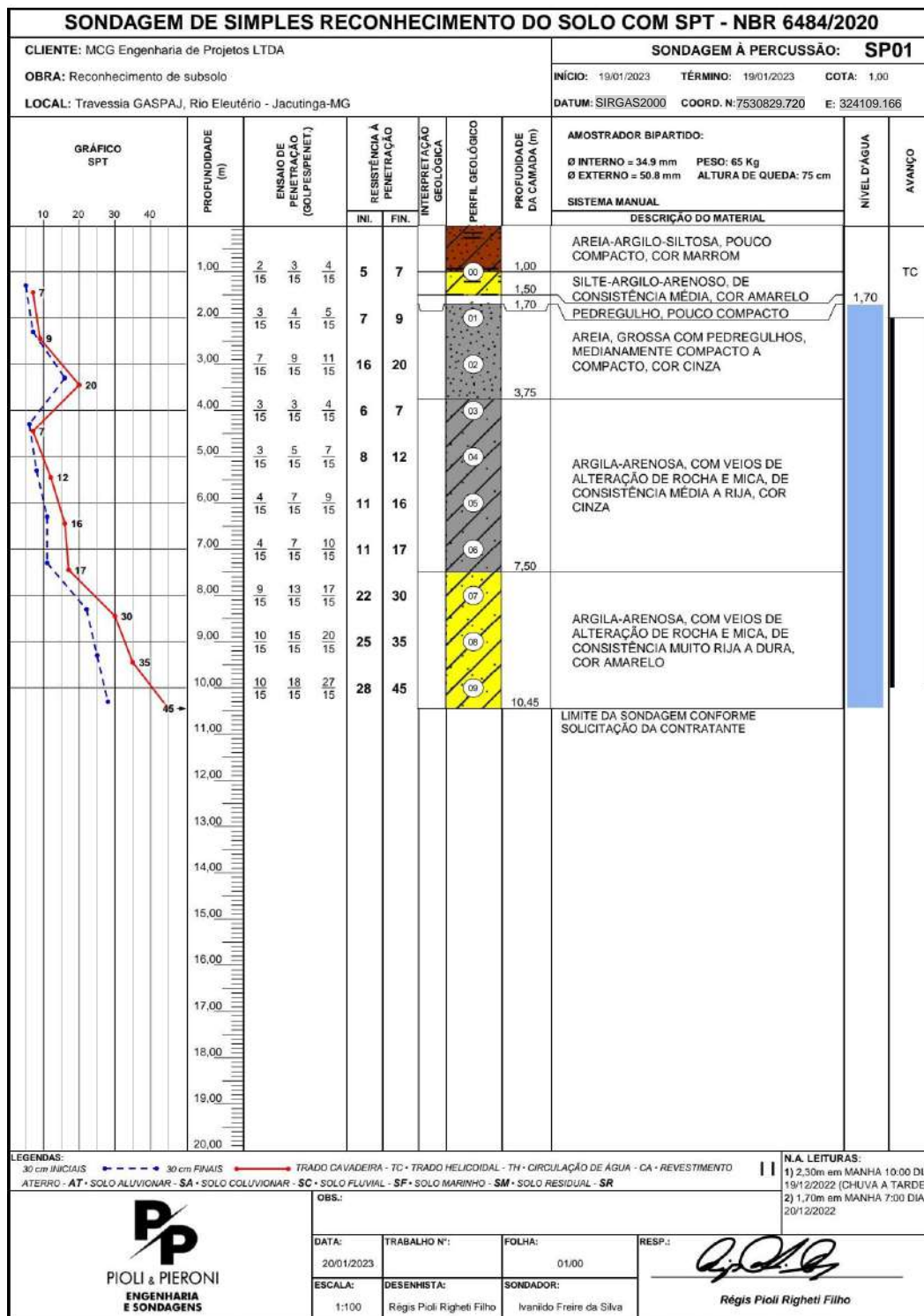
Nº NTS
RL-4710.04-6521-114-M9C-001

REV.
A

Nº CONTRATADA
RL-4710.04-6521-114-M9C-001

REV.
A

8 PERFIS





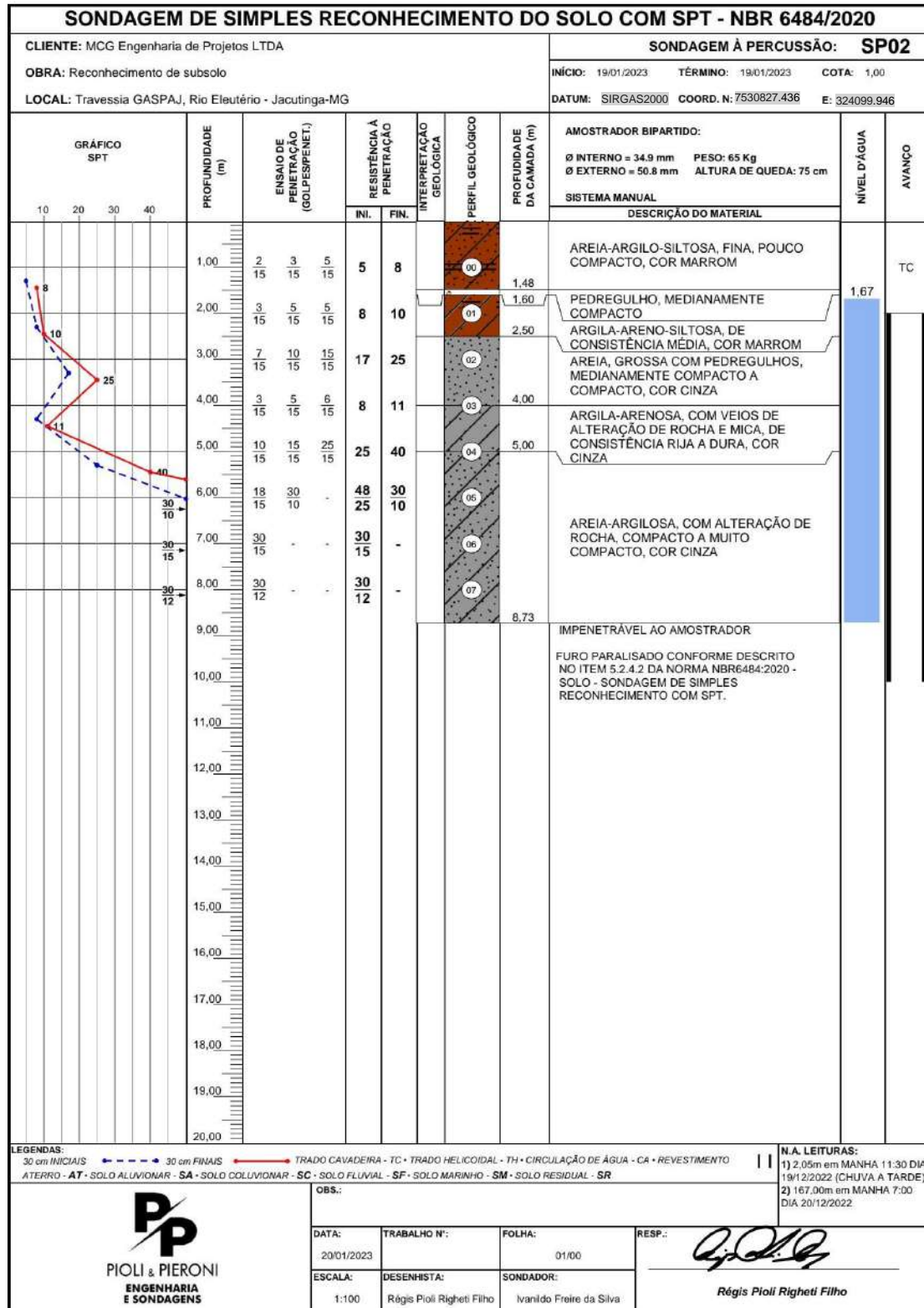
TÍTULO
RELATÓRIO DE SONDAGEM
PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA
GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO
CIVIL

Nº NTS
RL-4710.04-6521-114-M9C-001

REV.
A

Nº CONTRATADA
RL-4710.04-6521-114-M9C-001

REV.
A





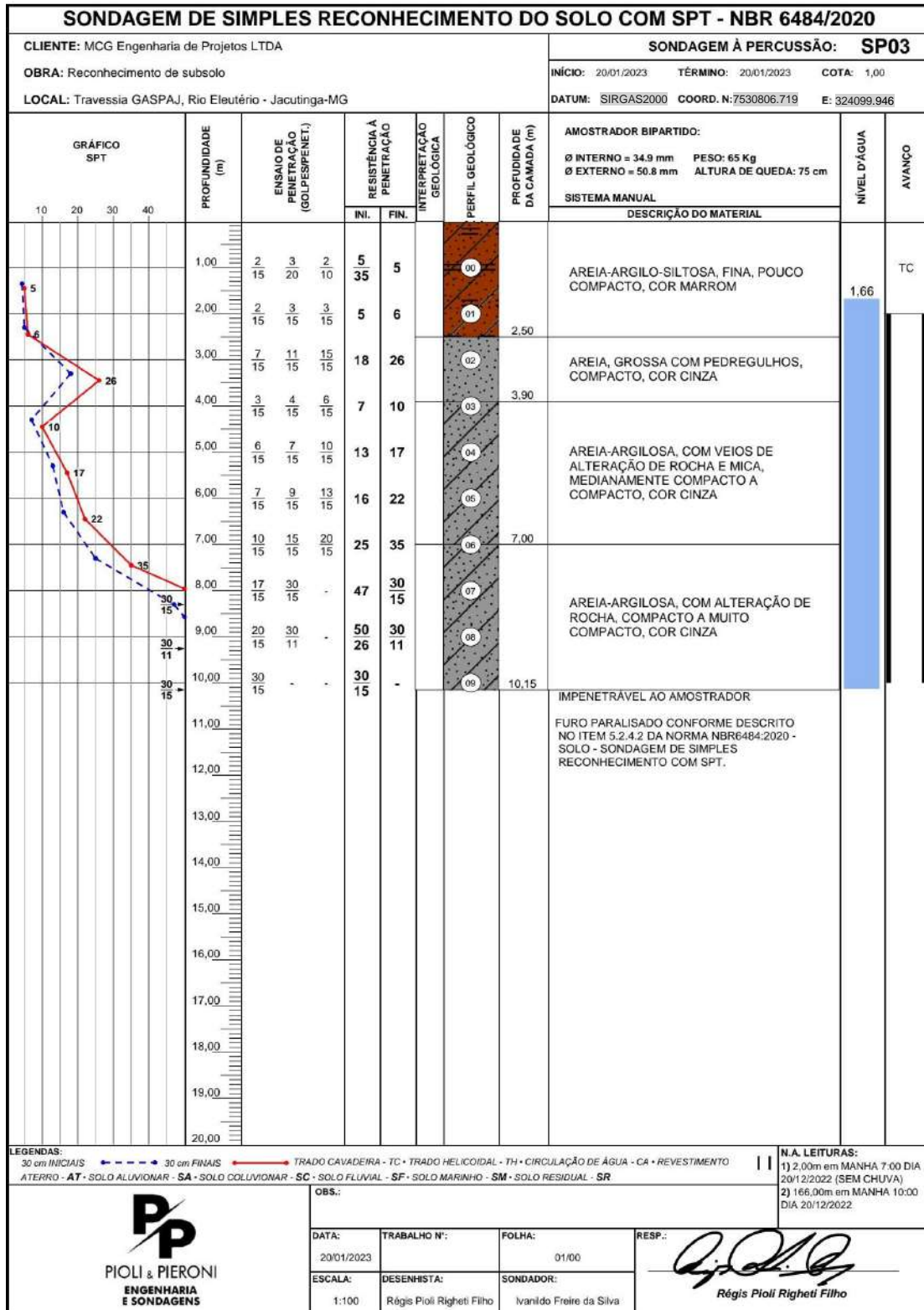
TÍTULO
**RELATÓRIO DE SONDAGEM
PROJETO CONCEITUAL SONDAGEM E TOPOGRAFIA
GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO
CIVIL**

Nº NTS
RL-4710.04-6521-114-M9C-001

REV.
A

Nº CONTRATADA
RL-4710.04-6521-114-M9C-001

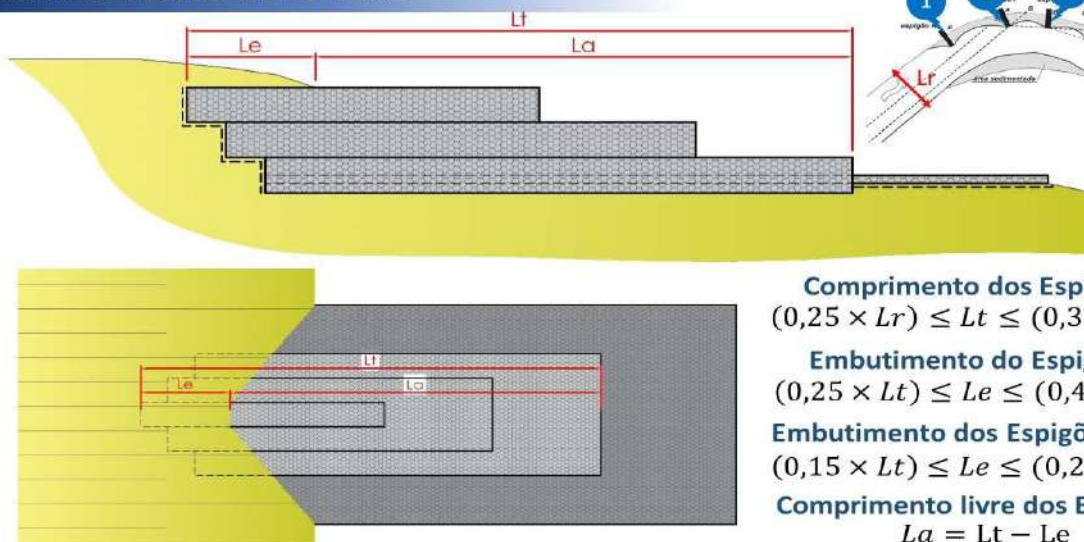
REV.
A



		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 63/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

ANEXO III – MEMÓRIA DE CÁLCULO - ESPIGÕES

COMPRIMENTO DE ESPIGÃO



Manual Técnico (Fracassi, 2017)

Comprimento dos Espigões
 $(0,25 \times Lr) \leq Lt \leq (0,30 \times Lr)$

Embutimento do Espigão 1
 $(0,25 \times Lt) \leq Le \leq (0,40 \times Lt)$

Embutimento dos Espigões 2 a 5
 $(0,15 \times Lt) \leq Le \leq (0,20 \times Lt)$

Comprimento livre dos Espigões
 $La = Lt - Le$

Lr=	13	m	Largura do Rio
Ltmédio=	3,575	m	Comprimento do espigão
Le(1)=	1,16	m	Comprimento do embutimento do primeiro espigão (Montante)
Le(1,2...)=	0,63	m	Comprimento do embutimento dos demais espigões
La(1)=	2,41	m	Comprimento livre do primeiro espigão
La(1,2...)=	2,95	m	Comprimento livre do primeiro espigão

O método empírico aqui apresentado foi extraído do Manual "Obras de sistematização fluvial em correntes e rios com Espigões", e tem funcionado bem para Rio mais largos. Caso a planilha apresente algum embutimento inferior a 1.50m deve-se adotar um embutimento mínimo de 1.50m

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 65/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

ANEXO IV – MEMÓRIA DE CÁLCULO – ENROCAMENTO

DESCRIÇÃO: Cálculo diâmetro de enrocamento

LOCAL: Rio Eleutério



1- DADOS DE ENTRADA

Va - Velocidade média do canal (m/s) =	2
Gs - Gravidade específica do bloco =	2,54
G - Constante gravitacional (m/s ²) =	10
C - Variável de acordo com a turbulência do fluxo =	1,2

2- DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO

Segundo Isbash (1936):

$$D_{50} = \frac{V_a^2}{2gC^2(G_s - 1)}$$

Onde:

D50 = Diâmetro do bloco (m);

Va= Velocidade média do canal (m/s);

Gs - Gravidade específica do bloco;

G = Constante gravitacional (m/s²);

C = Variável de acordo com a turbulência do fluxo.

$$D50 = \frac{(2^2)}{(2 * 10 * (1,2^2) * (2,54 - 1))}$$
$$D50 = 0,09018759 \text{ (diâmetro estimado, m)}$$

		PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 67/75
TÍTULO MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO EXECUTIVO GASPAJ TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO GEOTECNIA	Nº NTS MD-4710.04-6521-185-ALT-001	REV. B	
	Nº CONTRATADA MD-230217-01-v02	REV. 2	

ANEXO V – MEMÓRIA DE CÁLCULO – ENSECADEIRAS EM ESTACAS PRANCHAS

Verificação de folheamento da estrutura

Introduzir dados

Projeto

Tarefa : Verificação de Estabilidade de Ensecadeira Estaca-Prancha Metálica
 Cliente : NTS
 Data : 16/02/2023
 ID do projeto : Demanda 11- Rio Eleutério

Configurações

Brasil

Materiais e Normas

Estruturas de concreto : EN 1992-1-1 (EC2)
 Coeficientes EN 1992-1-1 : Norma
 Estruturas em aço : EN 1993-1-1 (EC3)
 Fator parcial da cap. de carga da secção transversal em aço : $\gamma_{M0} = 1,00$
 Estruturas em madeira : EN 1995-1-1 (EC5)
 Fator parcial para as propriedades da madeira : $\gamma_M = 1,30$
 Coef. da influência da carga e da humidade : $k_{mod} = 0,50$
 Coef. da espessura da secção em corte : $k_{cr} = 0,67$

Análise de pressão

Cálculo do empuxo de terra ativo : Coulomb
 Cálculo do empuxo de terra passivo : Mazindrani (Rankine)
 Método de análise : pressões dependentes
 Análise sísmica : Mononobe-Okabe
 Módulo da reação do subsolo : padrão
 Considerar a redução do módulo de reação do subsolo para uma cortina escorada
 Metodologia de verificação : Fatores de segurança

Fatores de segurança		
Situação permanente do projeto		
Fator de segurança para a estabilidade interna das ancoragens :	$SF_a =$	1,50 [-]

Ancoragem

Metodologia de verificação : Fatores de segurança

Fatores de segurança		
Fator de segurança para a ruptura :	$SF_t =$	1,50 [-]
Fator de segurança da resistência de arrancamento do solo :	$SF_e =$	1,50 [-]
Fator de segurança da resistência de arrancamento :	$SF_c =$	1,50 [-]

Geometria de estrutura

Comp. da estrutura = 6,00 m

Nome do perfil : Estacas-prancha : GU 6N
 Área do perfil $A = 8,90E-03 \text{ m}^2/\text{m}$
 Momento de inércia $I = 9,67E-05 \text{ m}^4/\text{m}$
 Módulo de elasticidade $E = 210000,00 \text{ MPa}$
 Módulo de deformação cisalhante $G = 81000,00 \text{ MPa}$
 Módulo da secção $W = 6,250E-04 \text{ m}^3/\text{m}$
 Módulo plástico da secção $W_{pl} = 7,650E-04 \text{ m}^3/\text{m}$
 Peso volúmico $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$





Material da estrutura**Aço estrutural: EN 10025 : Fe 360**

Tensão de escoamento	$f_y = 235,00$ MPa
Módulo de elasticidade	$E = 210000,00$ MPa
Módulo de deformação cisalhante	$G = 81000,00$ MPa
Peso específico	$\gamma = 78,50$ kN/m ³

Módulo de reação do subsolo





Módulo de reação do subsolo calculado pelo método Schmitt.

Parâmetros básicos do solo

No.	Nome	Padrão	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Depósito Colúvio Aluvionar		30,00	7,00	17,00	7,00	0,00
2	Solo Residual I		28,00	10,00	18,00	8,00	0,00
3	Solo Residual II		32,00	20,00	19,00	9,00	0,00
4	Solo Residual III		35,00	20,00	19,00	9,00	0,00
5	Vazio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Todos os solos são considerados como coesos para a análise da pressão em repouso.



Parâmetros dos solos para computar o coeficiente reação horizontal do solo (Schmitt)

No.	Nome	Padrão	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Depósito Colúvio Aluvionar		0,15	8,75	-
2	Solo Residual I		0,15	9,60	-
3	Solo Residual II		0,15	16,00	-
4	Solo Residual III		0,15	16,00	-
5	Vazio		0,01	0,01	-

Perfil geológico e solos atribuídos**Informação da posição**

Elevação do terreno = 672,00 m

Perfil geológico e solos atribuídos

No.	Espessura da camada t [m]	Profundidade z [m]	Altitude [m]	Solo atribuído	Padrão
1	3,00	0,00 .. 3,00	672,00 .. 669,00	Vazio	
2	0,75	3,00 .. 3,75	669,00 .. 668,25	Depósito Colúvio Aluvionar	
3	3,75	3,75 .. 7,50	668,25 .. 664,50	Solo Residual I	

No.	Espessura da camada t [m]	Profundidade z [m]	Altitude [m]	Solo atribuído	Padrão
4	2,45	7,50 .. 9,95	664,50 .. 662,05	Solo Residual II	
5	0,50	9,95 .. 10,45	662,05 .. 661,55	Solo Residual III	
6	-	10,45 .. ∞	661,55 .. -	Solo Residual III	

Escavação

O solo em frente à parede é escavado a uma profundidade de 3,00 m.

Perfil do terreno

O terreno atrás da estrutura é liso.

Influência da água

Nível freático atrás da estrutura encontra-se em uma profundidade de 1,00 m

Nível freático à frente da estrutura encontra-se a uma profundidade de 3,00 m

A subgrelha no dente não é permeável.

Configurações globais

Número de elementos finitos para discretização da parede = 100

A pressão mínima é considerada como $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

Definições da etapa de construção

Situação do projeto : permanente

Análise de resultados

Distribuição de pressões atuantes na estrutura (na frente e atrás da estrutura)

Prof. [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00
3.00	0.00	-0.00	-24.25	20.00	20.00	44.26
3.75	0.00	-2.62	-40.00	20.00	22.63	60.01
3.75	0.00	-2.79	-47.83	20.00	22.79	67.84
6.00	0.00	-12.33	-97.68	20.00	32.34	117.69

Distribuição do módulo de reação do subsolo e das forças internas sobre a estrutura

Prof. [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Deslocamento [mm]	Pressão [kPa]	Força de Cisalhamento [kN/m]	Momento [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-23.36	0.00	-0.00	-0.00
0.30	0.00	0.00	-21.85	0.00	-0.00	0.00
0.60	0.00	0.00	-20.34	0.00	-0.00	0.00
0.90	0.00	0.00	-18.83	0.00	-0.00	0.00
1.20	0.00	0.00	-17.31	2.00	-0.20	0.01
1.50	0.00	0.00	-15.80	5.00	-1.26	0.21
1.80	0.00	0.00	-14.29	8.00	-3.21	0.86
2.10	0.00	0.00	-12.79	11.00	-6.06	2.22
2.40	0.00	0.00	-11.29	14.00	-9.81	4.58
2.70	0.00	0.00	-9.82	17.00	-14.46	8.20
3.00	0.00	0.00	-8.40	19.96	-19.93	13.27
3.00	0.00	0.00	-8.36	-4.33	-19.99	13.43
3.30	0.00	0.00	-7.00	-10.55	-17.79	19.06

Prof. [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deslocamento [mm]	Pressão [kPa]	Força de Cisalhamento [kN/m]	Momento [kNm/m]
3.60	0.00	0.00	-5.70	-16.85	-13.68	23.83
3.90	0.00	0.00	-4.51	-31.15	-6.49	26.99
4.20	0.00	0.00	-3.44	-37.80	3.85	27.44
4.50	15.70	0.00	-2.49	-25.12	13.41	24.72
4.80	15.70	0.00	-1.65	-13.17	19.11	19.75
5.10	15.70	0.00	-0.90	-2.59	21.45	13.59
5.40	15.70	15.70	-0.20	13.67	20.23	7.21
5.70	15.70	15.70	0.46	34.47	13.00	2.07
6.00	0.00	15.70	1.11	49.81	-0.00	-0.00

Força de cisalhamento máxima = 21,55 kN/m

Momento máximo = 27,63 kNm/m

Deslocamento máximo = 23,4 mm

Assentamento do terreno atrás da estrutura

Assentamento do terreno $\delta_{\max} = 14,7$ mm

	Coordenadas x [m]	Assentamento z [mm]
1	0,00	11,1
2	0,50	15,3
3	1,00	18,3
4	1,50	20,1
5	2,00	20,8
6	2,50	20,2
7	2,99	18,5
8	3,49	15,7
9	3,99	11,6
10	4,49	6,4
11	4,99	0,0

Utilização da pressão passiva

Pressão passiva máxima $R_{\max} = 187,79$ kN/m

Pressão passiva mobilizada $R_{\text{mob}} = 91,44$ kN/m

Fator de Segurança pretendido $SF_p = 1,50 < 2,05$

Verificação global da utilização da pressão passiva É SATISFATÓRIA

Capacidade de carga vertical - resultados parciais

Fator de segurança para a resistência vertical do solo	$SF_f = 1,25$
Fator de segurança para a capacidade de carga vertical	$SF_v = 1,50$
Capacidade de carga da base	$q_0 = 15000,00$ kPa
Fricção do eixo	$q_s = 40,00$ kN/m ²
Área do eixo	$A_s = 0,000$ m ² /m
Área do dente	$A_b = 0,009$ m ² /m
Fricção traseira do eixo	$F_{ea} = 0,00$ kN/m
Fricção dianteira do eixo	$F_{ep} = 0,00$ kN/m

Verificação da mobilização da resistência do solo

Fator de Segurança pretendido $SF_f = 1,25 < 1000,00$

Verificação É SATISFATÓRIA

Verificação da capacidade de carga vertical

Fator de Segurança pretendido $SF_v = 1,50 < 31,85$

Verificação É SATISFATÓRIA**Dimensionamento No. 1****Distribuição de forças na construção**

	Desl. mín. [mm]	Desl. máx. [mm]	Força de cisalhamento mín. [kN/m]	Força de cisalhamento máx. [kN/m]	Momento mín. [kNm/m]	Momento máx. [kNm/m]
0.00	-23.36	-23.36	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.30	-21.85	-21.85	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.60	-20.34	-20.34	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.90	-18.83	-18.83	-0.00	-0.00	0.00	0.00
1.20	-17.31	-17.31	-0.20	-0.20	0.01	0.01
1.50	-15.80	-15.80	-1.26	-1.26	0.21	0.21
1.80	-14.29	-14.29	-3.21	-3.21	0.86	0.86
2.10	-12.79	-12.79	-6.06	-6.06	2.22	2.22
2.40	-11.29	-11.29	-9.81	-9.81	4.58	4.58
2.70	-9.82	-9.82	-14.46	-14.46	8.20	8.20
3.00	-8.40	-8.40	-19.93	-19.93	13.27	13.27
3.00	-8.36	-8.36	-19.99	-19.99	13.43	13.43
3.30	-7.00	-7.00	-17.79	-17.79	19.06	19.06
3.60	-5.70	-5.70	-13.68	-13.68	23.83	23.83
3.90	-4.51	-4.51	-6.49	-6.49	26.99	26.99
4.20	-3.44	-3.44	3.85	3.85	27.44	27.44
4.50	-2.49	-2.49	13.41	13.41	24.72	24.72
4.80	-1.65	-1.65	19.11	19.11	19.75	19.75
5.10	-0.90	-0.90	21.45	21.45	13.59	13.59
5.40	-0.20	-0.20	20.23	20.23	7.21	7.21
5.70	0.46	0.46	13.00	13.00	2.07	2.07
6.00	1.11	1.11	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

Distribuição de forças na construção - em detalhe

	Desl. mín. [mm]	Desl. máx. [mm]	Força de cisalhamento mín. [kN/m]	Força de cisalhamento máx. [kN/m]	Momento mín. [kNm/m]	Momento máx. [kNm/m]
0.00	-23.36	-23.36	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.06	-23.06	-23.06	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.12	-22.76	-22.76	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.18	-22.45	-22.45	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.24	-22.15	-22.15	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.30	-21.85	-21.85	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.36	-21.55	-21.55	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.42	-21.24	-21.24	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.48	-20.94	-20.94	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.54	-20.64	-20.64	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.60	-20.34	-20.34	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.66	-20.04	-20.04	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.72	-19.73	-19.73	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.78	-19.43	-19.43	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.84	-19.13	-19.13	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.90	-18.83	-18.83	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.96	-18.52	-18.52	-0.00	-0.00	0.00	0.00
1.02	-18.22	-18.22	-0.01	-0.01	0.00	0.00

	Desl. mín. [mm]	Desl. máx. [mm]	Força de cisalhamento mín. [kN/m]	Força de cisalhamento máx. [kN/m]	Momento mín. [kNm/m]	Momento máx. [kNm/m]
1.08	-17.92	-17.92	-0.04	-0.04	0.00	0.00
1.14	-17.62	-17.62	-0.10	-0.10	0.01	0.01
1.20	-17.31	-17.31	-0.20	-0.20	0.01	0.01
1.26	-17.01	-17.01	-0.34	-0.34	0.03	0.03
1.32	-16.71	-16.71	-0.52	-0.52	0.06	0.06
1.38	-16.41	-16.41	-0.73	-0.73	0.09	0.09
1.44	-16.11	-16.11	-0.97	-0.97	0.14	0.14
1.50	-15.80	-15.80	-1.26	-1.26	0.21	0.21
1.56	-15.50	-15.50	-1.57	-1.57	0.30	0.30
1.62	-15.20	-15.20	-1.93	-1.93	0.40	0.40
1.68	-14.90	-14.90	-2.32	-2.32	0.53	0.53
1.74	-14.60	-14.60	-2.74	-2.74	0.68	0.68
1.80	-14.29	-14.29	-3.21	-3.21	0.86	0.86
1.86	-13.99	-13.99	-3.70	-3.70	1.06	1.06
1.92	-13.69	-13.69	-4.24	-4.24	1.30	1.30
1.98	-13.39	-13.39	-4.81	-4.81	1.57	1.57
2.04	-13.09	-13.09	-5.41	-5.41	1.88	1.88
2.10	-12.79	-12.79	-6.06	-6.06	2.22	2.22
2.16	-12.49	-12.49	-6.73	-6.73	2.61	2.61
2.22	-12.19	-12.19	-7.45	-7.45	3.03	3.03
2.28	-11.89	-11.89	-8.20	-8.20	3.50	3.50
2.34	-11.59	-11.59	-8.98	-8.98	4.02	4.02
2.40	-11.29	-11.29	-9.81	-9.81	4.58	4.58
2.46	-10.99	-10.99	-10.67	-10.67	5.20	5.20
2.52	-10.70	-10.70	-11.56	-11.56	5.86	5.86
2.58	-10.40	-10.40	-12.49	-12.49	6.58	6.58
2.64	-10.11	-10.11	-13.46	-13.46	7.36	7.36
2.70	-9.82	-9.82	-14.46	-14.46	8.20	8.20
2.76	-9.53	-9.53	-15.50	-15.50	9.10	9.10
2.82	-9.24	-9.24	-16.57	-16.57	10.06	10.06
2.88	-8.95	-8.95	-17.68	-17.68	11.09	11.09
2.94	-8.66	-8.66	-18.83	-18.83	12.18	12.18
3.00	-8.40	-8.40	-19.93	-19.93	13.27	13.27
3.00	-8.36	-8.36	-19.99	-19.99	13.43	13.43
3.06	-8.10	-8.10	-19.72	-19.72	14.54	14.54
3.12	-7.82	-7.82	-19.35	-19.35	15.71	15.71
3.18	-7.54	-7.54	-18.90	-18.90	16.86	16.86
3.24	-7.27	-7.27	-18.38	-18.38	17.98	17.98
3.30	-7.00	-7.00	-17.79	-17.79	19.06	19.06
3.36	-6.73	-6.73	-17.12	-17.12	20.11	20.11
3.42	-6.47	-6.47	-16.37	-16.37	21.12	21.12
3.48	-6.21	-6.21	-15.55	-15.55	22.07	22.07
3.54	-5.96	-5.96	-14.65	-14.65	22.98	22.98
3.60	-5.70	-5.70	-13.68	-13.68	23.83	23.83
3.66	-5.46	-5.46	-12.63	-12.63	24.62	24.62
3.72	-5.22	-5.22	-11.51	-11.51	25.34	25.34
3.78	-4.98	-4.98	-10.07	-10.07	25.99	25.99

	Desl. mín. [mm]	Desl. máx. [mm]	Força de cisalhamento mín. [kN/m]	Força de cisalhamento máx. [kN/m]	Momento mín. [kNm/m]	Momento máx. [kNm/m]
3.84	-4.74	-4.74	-8.32	-8.32	26.55	26.55
3.90	-4.51	-4.51	-6.49	-6.49	26.99	26.99
3.96	-4.29	-4.29	-4.58	-4.58	27.32	27.32
4.02	-4.07	-4.07	-2.59	-2.59	27.54	27.54
4.08	-3.86	-3.86	-0.53	-0.53	27.63	27.63
4.14	-3.65	-3.65	1.62	1.62	27.60	27.60
4.20	-3.44	-3.44	3.85	3.85	27.44	27.44
4.26	-3.24	-3.24	6.11	6.11	27.11	27.11
4.32	-3.05	-3.05	8.18	8.18	26.68	26.68
4.38	-2.86	-2.86	10.08	10.08	26.14	26.14
4.44	-2.67	-2.67	11.82	11.82	25.48	25.48
4.50	-2.49	-2.49	13.41	13.41	24.72	24.72
4.56	-2.32	-2.32	14.84	14.84	23.87	23.87
4.62	-2.14	-2.14	16.12	16.12	22.94	22.94
4.68	-1.98	-1.98	17.26	17.26	21.94	21.94
4.74	-1.81	-1.81	18.26	18.26	20.87	20.87
4.80	-1.65	-1.65	19.11	19.11	19.75	19.75
4.86	-1.49	-1.49	19.84	19.84	18.58	18.58
4.92	-1.34	-1.34	20.43	20.43	17.37	17.37
4.98	-1.19	-1.19	20.89	20.89	16.13	16.13
5.04	-1.04	-1.04	21.23	21.23	14.87	14.87
5.10	-0.90	-0.90	21.45	21.45	13.59	13.59
5.16	-0.75	-0.75	21.55	21.55	12.30	12.30
5.22	-0.61	-0.61	21.52	21.52	11.01	11.01
5.28	-0.47	-0.47	21.36	21.36	9.71	9.71
5.34	-0.34	-0.34	20.93	20.93	8.44	8.44
5.40	-0.20	-0.20	20.23	20.23	7.21	7.21
5.46	-0.07	-0.07	19.29	19.29	6.02	6.02
5.52	0.07	0.07	18.09	18.09	4.90	4.90
5.58	0.20	0.20	16.64	16.64	3.86	3.86
5.64	0.33	0.33	14.94	14.94	2.91	2.91
5.70	0.46	0.46	13.00	13.00	2.07	2.07
5.76	0.59	0.59	10.81	10.81	1.35	1.35
5.82	0.72	0.72	8.37	8.37	0.78	0.78
5.88	0.85	0.85	5.70	5.70	0.35	0.35
5.94	0.98	0.98	2.92	2.92	0.09	0.09
6.00	1.11	1.11	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

Valores máximos das forças internas

Deslocamento máximo = -23,4 mm
 Deslocamento mínimo = 1,1 mm
 Momento fletor máximo = 27,63 kNm/m
 Momento fletor mínimo = 0,00 kNm/m
 Força de cisalhamento máxima = 21,55 kN/m

Verificação da secção - resultados detalhados

Características da secção em 1 m do muro:

Área da secção transv. A = 8,900E-03 m²/m
 Módulo da secção W = 6,250E-04 m³/m

Módulo plástico da secção	$W_{pl} = 7,650E-04 \text{ m}^3/\text{m}$
Momento de inércia	$I = 9,670E-05 \text{ m}^4/\text{m}$
Momento estático da área da secção	$S = 3,825E-04 \text{ m}^3/\text{m}$
Momento estático da área S_1	$S_1 = 2,127E-04 \text{ m}^3/\text{m}$
Espessura do corte da parede	$t = 14,8 \text{ mm}/\text{m}$

Propriedades dos materiais:

Límite de escoamento do aço $f_y = 235,00 \text{ MPa}$

Fatores parciais:

Coef. de resistência da secção $\gamma_{M0} = 1,00$

Resistência da secção:

Resistência à flexão $M_{c,Rd} = W \cdot f_y / \gamma_{M0} = 146,88 \text{ kNm}/\text{m}$

Resistência ao cisalhamento $V_{c,Rd} = I \cdot t / S \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 507,71 \text{ kN}/\text{m}$

Verificação da secção de aço de acordo com EN 1993-1-1

Todas as etapas de construção são consideradas na análise.

Fator parcial na carga = 1,00

Forças internas para 1 m do muro

$M_{max} = 27,63 \text{ kNm}/\text{m}; \quad Q = 0,53 \text{ kN}/\text{m}$

$Q_{max} = 21,55 \text{ kN}/\text{m}; \quad M = 12,30 \text{ kNm}/\text{m}$

Verificação do momento máx. $M_{max} + Q$:**Verificação da flexão:**

$M_{max} / M_{c,Rd} = 0,188 \leq 1 \quad \text{É satisfatória}$

Verificação de corte:

$Q / V_{c,Rd} = 0,001 \leq 1 \quad \text{É satisfatória}$

Verificação do estado plano de tensão:

Tensão normal $\sigma_{x,Ed} = 42,44 \text{ MPa}$

Tensão corte $\tau_{Ed} = 0,08 \text{ MPa}$

Verificação: $(\sigma_{x,Ed} / (f_y / \gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed} / (f_y / \gamma_{M0}))^2 = 0,033 \leq 1 \quad \text{É satisfatória}$

Verificação da força de corte máx. $Q_{max} + M$:**Verificação da flexão:**

$M / M_{c,Rd} = 0,084 \leq 1 \quad \text{É satisfatória}$

Verificação de corte:

$Q_{max} / V_{c,Rd} = 0,042 \leq 1 \quad \text{É satisfatória}$

Verificação do estado plano de tensão:

Tensão normal $\sigma_{x,Ed} = 18,89 \text{ MPa}$

Tensão corte $\tau_{Ed} = 3,20 \text{ MPa}$

Verificação: $(\sigma_{x,Ed} / (f_y / \gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed} / (f_y / \gamma_{M0}))^2 = 0,007 \leq 1 \quad \text{É satisfatória}$

Secção transversal É SATISFATÓRIA

			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO	PÁGINA 2/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0

SUMÁRIO

1	OBJETIVO.....	4
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
3	CONSULTA TÉCNICA	4
3.1	Projeto Recebido	4
4	LOCAL DA INTERVENÇÃO.....	5
5	PROJETO DE INTERVENÇÃO	8
5.1	PROJETO PROPOSTO.....	8
5.2	PROJETO ATUAL	11

			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO	PÁGINA 3/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Intervenção	5
Figura 2 – Travessia do Rio Eleutério - 2021	6
Figura 3 – Travessia do Rio Eleutério - 2022	6
Figura 4 – Travessia do Rio Eleutério – 2023 (Parte 01).....	6
Figura 5 – Travessia do Rio Eleutério – 2023 (Parte 02).....	7
Figura 6 – Projeto Executivo Anterior.....	10
Figura 7 – Nova Perspectiva do Projeto.....	12

			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO	PÁGINA 4/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0

1 OBJETIVO

Esta consulta técnica tem como objetivo apresentar as modificações de projeto realizados em função da atual realidade da travessia do GASPAJ no Rio Eleutério, localiza-se no Município Jacutinga – MG, junto a divisa com o Município de Itapira – SP, km 64+450 do GASPAJ 14’

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DE-4710.04-6521-113-M9C-001=0
- ET-4710.04-6521-185-ALT-002=B
- DE-4710.04-6521-185-ALT-003=B
- MD-4710.04-6521-185-ALT-001=B
- RL-4710.04-6521-114-M9C-001=A
- RL-4710.04-6521-940-M9C-001=A
- RM-4710.04-6521-185-ALT-004=B
- Anexo IA - MD-4300.89-6521-115-NTS-001=0
- Anexo IIA - PPU Rio Eleutério
- Anexo IIIA - Critérios de Medição - Rio Eleutério
- Anexo V - Diretrizes de Planejamento e Controle
- Anexo VI – Qualidade
- Anexo VII - Checklist de Documentos Iniciais para Mobilização
- DE-4300.81-6521-948-CZP-065 A
- DE-4300.89-6521-275-CZP-008 C
- DFP - Demonstrativo de Formação de Preços_Desbloqueada v3
- Planilha de esclarecimentos técnicos
- PRO-SM-041 Gestão de SSMA para Prestadores de Serviços

3 CONSULTA TÉCNICA

3.1 Projeto Recebido

Para a elaboração deste estudo foi utilizado os estudos e projetos elaborados pela empresa Alta Geotecnia, no ano de 2023, sobre a área em questão, conforme relação acima.

			<p align="center">REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO</p>	<p>PÁGINA 5/12</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO</p>	<p>Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001</p>	<p>REV. 0</p>		
	<p>Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001</p>	<p>REV. 0</p>		

4 LOCAL DA INTERVENÇÃO

O ponto de interesse, constituído da travessia do GASPAJ no Rio Eleutério, localiza-se no Município Jacutinga – MG, junto a divisa com o Município de Itapira – SP, km 64+450 do GASPAJ 14', conforme pode ser verificado na imagem abaixo:

Figura 1 – Localização da Intervenção

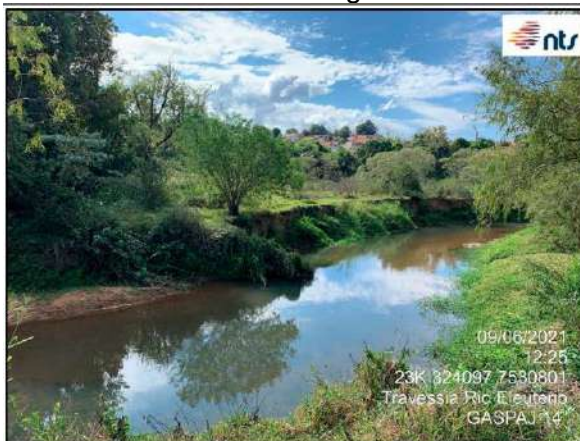


Fonte: Alta Geotecnia Ambiental, 2023.

Mediante estudo realizado pela empresa Alta Geotecnia Ambiental, é possível verificar as imagens do local a ser intervindo, como forma de ilustração e melhor entendimento do local:

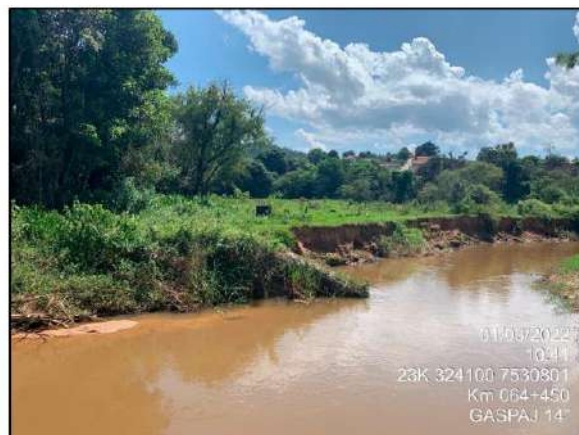
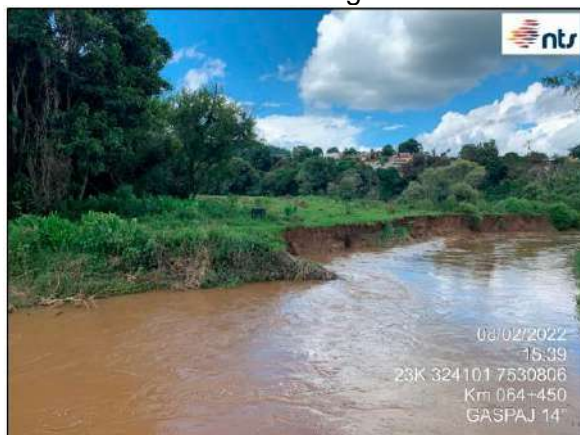
			<p align="center">REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO</p>	<p>PÁGINA 6/12</p>
<p>TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO</p>			<p>Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001</p>	<p>REV. 0</p>
			<p>Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001</p>	<p>REV. 0</p>

Figura 2 – Travessia do Rio Eleutério - 2021



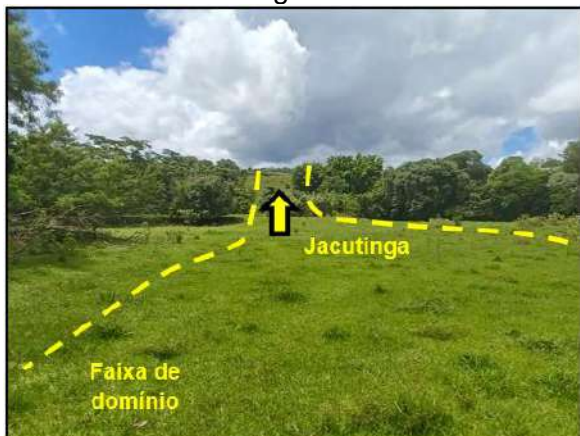
Fonte: Alta Geotecnia Ambiental, 2021.

Figura 3 – Travessia do Rio Eleutério - 2022



Fonte: Alta Geotecnia Ambiental, 2021.

Figura 4 – Travessia do Rio Eleutério – 2023 (Parte 01)



			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO	PÁGINA 7/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0



Fonte: Alta Geotecnia Ambiental, 2023.

Figura 5 – Travessia do Rio Eleutério – 2023 (Parte 02)



Fonte: Alta Geotecnia Ambiental, 2023.

			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO	PÁGINA 8/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0

5 PROJETO DE INTERVENÇÃO

5.1 Projeto Proposto

O projeto proposto anteriormente pela empresa Alta Geotecnia Ambiental, foi baseado em observações *in loco*, bem como às características geológicas-geotécnicas e geometria atual da calha do Rio. Assim foi concebida a seguinte solução técnica:

i. Execução de espigões à montante da faixa de domínio

Conforme acordado em reuniões entre a **ALTA** e a **NTS**, embora haja necessidade e urgência em revestir toda a extensão da margem direita sujeita ao processo de erosão, as soluções adotadas serão restringidas a medidas de menor intervenção a áreas adjacentes, ou seja, que não estejam sob administração da **NTS**.

Considerando que a técnica de proteção de margem sugerida requer espaço disponível, dada a nova geometria do talude, foi proposta a adoção de uma proteção descontínua ou indireta, que não elimina a ação hídrica sobre as margens, mas reduz a sua velocidade. Nesse contexto, a solução mais adequada é a adoção de espigões, que são estruturas projetadas a partir da margem em direção ao centro do corpo hídrico, aproximadamente perpendicular ao fluxo da água. O objetivo dessas estruturas é redirecionar o fluxo da água, desviando-o de eventuais zonas críticas e direcionando-o para o centro do canal.

Esta técnica produz, em geral, vários efeitos ao longo de sua vida útil. Além daqueles já citados, os espigões podem favorecer a sedimentação de material de transporte na margem protegida, porém ocasionar erosão na margem oposta. Assim, se faz necessário o estudo de posicionamento e dimensionamento para a que implantação seja eficaz e não alavanque contratempos.

ii. Retaludamento e execução de colchão drenante na margem direita

A execução de colchão drenante como forma de revestimento protege a margem do rio contra o processo de erosão. O colchão drenante apresenta vantagens em relação ao enrocamento com pedras soltas (*rip-rap*), como a possibilidade de execução em taludes mais íngremes, diminuindo a área disponível para execução da estrutura e a maior resistência à velocidade e tensão de arraste provenientes do fluxo da água reduzindo, dessa forma, a altura da camada de revestimento necessária para garantir a estabilidade.

Sendo assim, frente à maior estabilidade da estrutura e menor intervenção em área disponível, a solução adotada conta com execução de colchão drenante, com regularização de margem na proporção de 1:1.

iii. Instalação de colchão drenante içável na diretriz do gasoduto

Tal como mencionado anteriormente e documentado no arquivo **RL-47100.04-6500-115-VD9-001**, o trecho de travessia do duto demanda atenção, já que há histórico de erosão no leito do curso hídrico, aumentando a vulnerabilidade do gasoduto. Em documento pretérito, consta que o trecho foi classificado como risco MODERADO. Tal classificação decorre da avaliação da cobertura do duto, a qual em alguns trechos da travessia apresentou valores de 0,50m a 1,00m.

Diante das condicionantes expostas, a **ALTA** prevê a necessidade de revestir o leito do curso hídrico e a região da margem direita, na diretriz do gasoduto, com o intuito de prevenir o desenvolvimento de novos processos erosivos. A solução consiste em proteção contínua ou direta, com execução de colchão drenante na região da travessia.

Dado a presença do gasoduto, enterrado sob o leito do Rio Eleutério, o que impossibilita a execução de enscadeiras utilizando a cravação de estacas-prancha, foi especificado então, colchão drenante içável, dando mais segurança e agilidade à obra. Reitera-se que a estrutura deverá contemplar a margem direita e o leito da travessia. Quanto à margem esquerda, destaca-se a dificuldade de fixar o colchão drenante a ser instalado ao muro de gabião existente nessa região, e então deverá ser prevista a disposição de enrocamento entre a lateral do colchão e o gabião, de forma a pre-

			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO FI FUTÉRIO	PÁGINA 9/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0

encher possível espaço entre as estruturas, evitando assim erosão na região de contato.

iv. Regularização do terrapleno do muro gabião

Em função das observações de campo, detectou-se na margem esquerda estrutura de muro de gabião conservada, com ressalva ao terrapleno, que apresentou um processo de abatimento, possivelmente causado pela ação de escoamento das águas, seja pluvial ou do próprio corpo hídrico, que desestabilizou o material da superfície. Frente a isso, a **ALTA** indica que o material superficial seja removido, regularizado, compactado e preenchido com enrocamento.

Como pode ser verificado acima a principal alternativa empregada foi a implantação dos espigões à montante da faixa de domínio, no qual são estruturas para diminuição da velocidade da ação hídrica, provocando um retardo, porém direcionando o fluxo da água para o centro do canal. A seguir é possível verificar o projeto executivo destas estruturas:




			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 10/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0

Figura 6 – Projeto Executivo Anterior

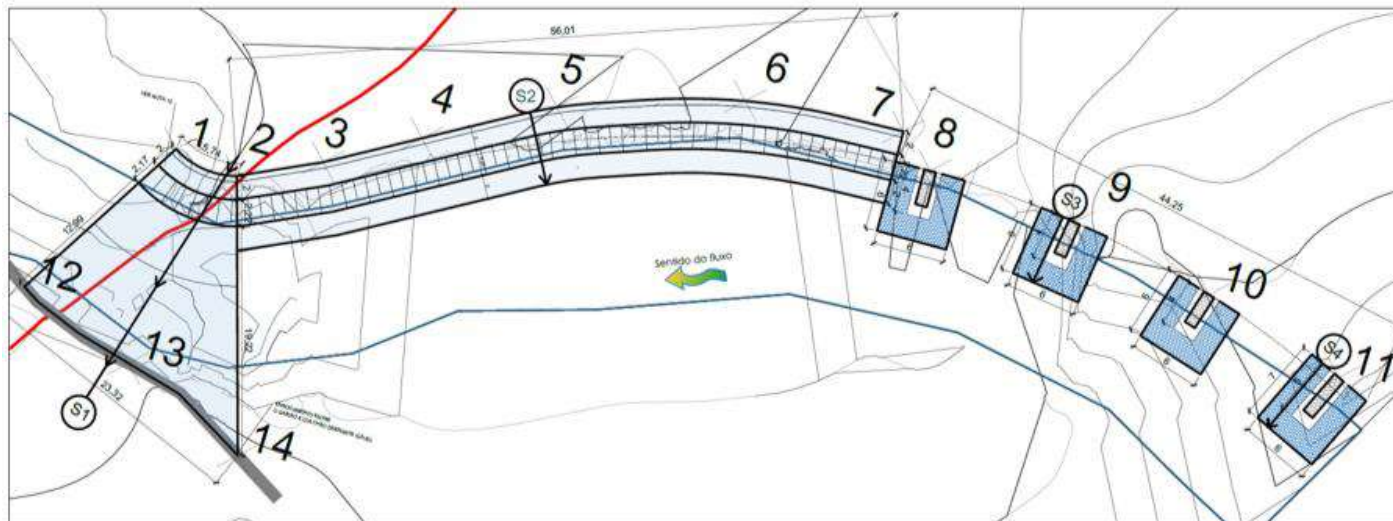


Tabela de Coordenadas - Estrutura		
Ponto	Leste (m)	Norte (m)
1	324095.89	7530826.36
2	324101.42	7530825.70
3	324108.01	7530828.91
4	324115.35	7530833.26
5	324125.40	7530839.05
6	324140.35	7530844.16
7	324153.78	7530845.60
8	324156.90	7530843.09
9	324169.70	7530842.52
10	324182.28	7530840.01
11	324194.73	7530836.55
12	324087.09	7530811.62
13	324097.32	7530808.04
14	324108.34	7530803.31

Fonte: Fonte: Alta Geotecnia Ambiental, 2023.

		REVISÃO PROJETO EXECUTIVO- MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 11/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO	Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0	
	Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0	

5.2 Projeto Atual

Após a elaboração do levantamento topográfico e posterior verificação *in loco*, já no ano de 2024, foi verificado que o local se encontrava totalmente fora da realizada da área de estudo considerada no projeto da Alta, sobretudo em decorrência da ação do intemperismo que pode ter provocado ainda mais feições erosivas, visto que os projetos realizados no ano de 2023 já não estava apresentado as mesmas características principalmente com a margem do curso hídrico, o que viu a necessidade de alteração do projeto.

Tal diferenciação *in loco* com o projeto, fez com que novos estudos fossem realizados, como o próprio Levantamento Planialtimétrico e batimetria, onde viram, portanto, a necessidade do desenvolvimento de uma atualização do projeto. No início desta atualização, ocorreu uma reunião técnica entre a NTS, Superage e o RT do projeto vigente (Alta Geotecnia Ambiental), ao qual foi decidido pela substituição dos espigões por Colchão Reno em toda a extensão do projeto.

Assim o projeto fora modificado retirando os espigões e introduzindo o Colchão Reno em toda margem. A implantação do Colchão Reno e o seu detalhamento foi mantido fielmente ao projeto original, considerando a ancoragem na crista através de gabião, além de considerar o Colchão Reno Içável com tirantes na travessia protegendo exatamente o local onde o duto passa pelo leito do rio.

Primeiramente será realizada a encercadeira na margem do curso para desviá-lo, depois, por meio de maquinários, faz-se um corte (1x1), de forma da margem, tornando-a regular. Após a regularização, faz-se a implantação do colchão reno. O primeiro gabião, no início do colchão reno, também fora projetada em fileiras de gabião tipo caixa (1mx1m), cujo intuito é quebrar a energia do fluxo da água, reduzindo sua velocidade de escoamento.

A seguir é possível observar a versão do novo projeto, conforme acordado entre a parte técnica e a própria NTS, como sendo da melhor maneira de atender à questão, bem como proporcionar menor impacto ambiental:




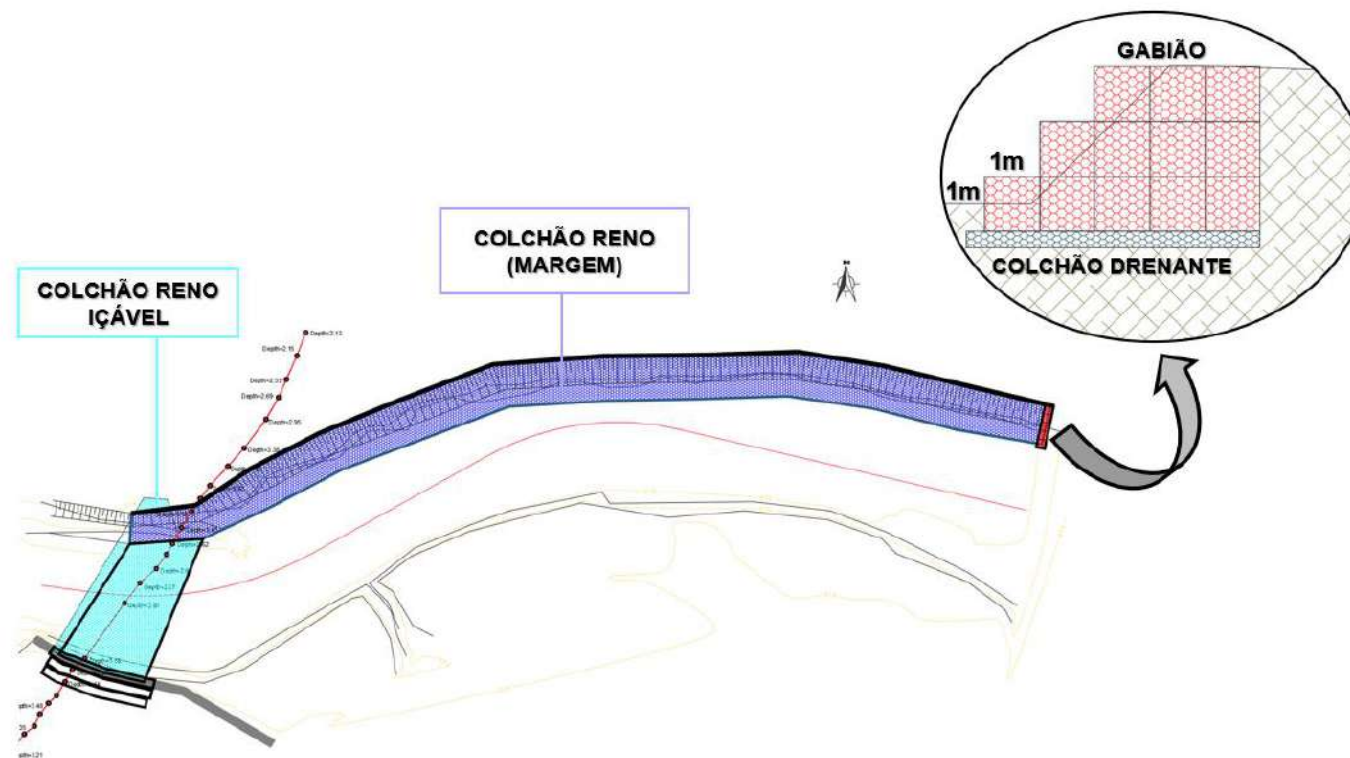
			REVISÃO PROJETO EXECUTIVO MARGEM DO RIO ELEUTÉRIO	PÁGINA 12/12
TÍTULO RELATÓRIO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA MARGEM DO RIO GASPAJ - TRAVESSIA DO RIO ELEUTÉRIO			Nº NTS MD-4710.04-6520-185-SRG-001	REV. 0
			Nº CONTRATADA MD-4710.04-6520-185-RQC-001	REV. 0

Figura 7 – Nova Perspectiva do Projeto



Fonte: RQC Engenharia, 2024.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS



Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Unidade Regional de Gestão das Águas - Sul de Minas -
Unidade outorga

Parecer nº 27/IGAM/URGA SM/OUTORGA/2025

PROCESSO Nº 2090.01.0017100/2024-85



Instituto Mineiro de Gestão das Águas

PARECER TÉCNICO
ÁGUA SUPERFICIAL

Processo Siam 41861/2024		Protocolo Siam 0047677/2025	
Dados do Requerente/ Empreendedor			
Nome	NOVA TRANSPORTADORA DO SUDESTE S/A - NTS	CPF/CNPJ	04.992.714/0001-84
Endereço	PRAIA DO FLAMENGO, 200 23 ANDAR		
Bairro	FLAMENGO	Município	RIO DE JANEIRO
Dados do Empreendimento			
Nome	NOVA TRANSPORTADORA DO SUDESTE S/A - NTS	CPF/CNPJ	04.992.714/0001-84
Endereço	RUA DOS FERROVIÁRIOS,01		
Distrito	DISTRITO SAPUCAÍ	Município	JACUTINGA
Responsável Técnico pelo Processo de Outorga			
Nome	CESAR VINCIPROVA DOS REIS	Registro do conselho de classe	2000101590
Dados do uso do recurso hídrico			
CH	GD6	Curso d'água	RIO EULETÉRIO
Bacia estadual	RIOS PARDO E MOGI GUAÇU	Bacia Federal	RIO GRANDE
Latitude início	22°19'9.76"S	Longitude início	46°42'28.19"W
Latitude fim	22°19'9.47"S	Longitude fim	46°42'24.73"W
Dados enviados			
Área de drenagem (km²)	452	Vazão de projeto (m³/s)	
Tempo de retorno (anos)		Tempo de concentração (min)	
Características geométricas do canal			
Tipo de seção: aberta leito artificial [X] aberta leito natural [] fechada [] mista []			
Formato da seção: circular [] retangular [X] trapezoidal[] outro [X]			

Tipo de revestimento		Extensão da intervenção (km)	110
Finalidades			
CONTENÇÃO DE TALUDES			
Modo de Uso do Recurso Hídrico			
15 - CANALIZAÇÃO E/OU RETIFICAÇÃO DE CURSO DE ÁGUA			
Uso do recurso hídrico implantado Sim [X] Não []			
Porte conforme DN CERH nº 07/02 P [] M [] G [x]			

Observações:

1. Validade: 10 anos (Passível de LAS) .

Condicionantes:

Análise Técnica

1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O requerente **NOVA TRANSPORTADORA DO SUDESTE S/A - NTS** solicitou, através do presente processo, outorga para **canalização e/ou retificação de curso de água**.

O empreendimento exerce a atividade listada na Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017, conforme código “E-03-02-6 Canalização e/ou retificação de curso d’água”, sendo passível de licenciamento ambiental simplificado.

Todas as informações contidas neste parecer foram fornecidas pelo empreendedor e pelo responsável técnico pelo processo de outorga através de formulário e relatório técnico.

1.1. PORTE E POTENCIAL POLUIDOR

Conforme a Portaria Igam nº 48, de 04 de outubro de 2019.

Art. 31 – A classificação dos empreendimentos quanto ao porte e ao potencial poluidor para fins de outorga de direito de uso de recursos hídricos será realizada nos termos da Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG – nº 07, de 4 novembro de 2002.

Parágrafo único – **Nos termos do inciso VIII do art. 2º e do inciso VIII do art. 3º da Deliberação Normativa CERH-MG nº 07, de 2002, as solicitações de outorga para obras, serviços ou estruturas de engenharia que possam modificar significativamente a morfologia ou as margens do curso de água ou possam alterar seu regime, serão classificadas conforme Anexo I desta Portaria.**

Conforme o Anexo I para **canalização ou retificação de cursos d’água aberta leito natural**, quando a **área de drenagem é maior que 100 km²**, considera-se que a intervenção é de **grande porte e potencial**

poluidor.

Como será a execução pelo requerente: Os serviços foram executados, no período de 15/04/2024 a 16/08/2024 e envolveram (i) o retaludamento e execução de colchão drenante em 110 metros na margem direita do Rio Eleutério para proteção contra o processo de erosão ; (ii) a instalação de colchão drenante içável na diretriz do gasoduto ; e (iii) a regularização do terrapleno do muro gabião na margem esquerda do Rio Eleutério.

1.2. PRAZO DE VALIDADE DA OUTORGA

Segundo a Portaria Igam nº 48, de 04 de outubro de 2019.

Art. 9º – **A outorga de direito de uso dos recursos hídricos respeitará os seguintes prazos:**

I – até trinta e cinco anos, quando a intervenção:

a) se caracterizar como uso não consuntivo de recursos hídricos, incluindo-se o aproveitamento de potencial hidrelétrico.

II – até dez anos, para os demais casos.

§ 1º – Quando se tratar de empreendimento ou atividade passível de licenciamento ambiental, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos **terá o mesmo prazo da respectiva licença ambiental**, respeitado o limite máximo de trinta e cinco anos, ressalvado o disposto no §2º deste artigo.

2. PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

Em consulta ao Plano Diretor da Bacia Hidrográfica dos Afluentes dos rios Mogi-Guaçu e Pardo verificou-se que não há restrições para esse tipo de intervenção.

3. JUSTIFICATIVA PARA A REALIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO

De acordo com o relatório técnico, em vistoria de campo feita pelo responsável técnico foi possível identificar que ambas as margens do Rio Eleutério se encontravam erodidas. Foi informado que os processos erosivos estão avançando progressiva e rapidamente sobre as margens do Rio Eleutério, o que reforça a necessidade de adoção de intervenções na região da travessia, com o intuito de mitigar o risco existente. Entende-se como relatado que é relevante a contenção dos processos erosivos no trecho a montante da faixa, na margem direita, visto que a tendência é de progressão das feições em direção à faixa de dutos.

4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Para a determinação da vazão máxima de cheia o empreendedor utilizou o método regionalizações de vazão.

Foram adotados os seguintes parâmetros para o cálculo:

A bacia do Rio Eleutério não possui estações fluviométricas com registros de vazão, existindo apenas uma – Estação 61873800 – que monitora parâmetros de qualidade de água. Assim sendo, foi necessário compreender o comportamento hidrológico de regiões adjacentes.

Em virtude da proximidade da região em estudo, assim como pela disponibilidade de dados, optou-se por adotar a Estação 61865000 como representativa, para a realização do estudo de regionalização que compreende uma bacia hidrográfica de 920 km² de extensão. Tal estudo é apresentado na Tabela 5 do ofício em resposta a informações complementares.

Tabela 5 - Vazões médias máxima para a Estação 61865000.

Ano Hidrológico	Vazão Média Máxima (m³/s)	Ano Hidrológico	Vazão Média Máxima (m³/s)	Ano Hidrológico	Vazão Média Máxima (m³/s)
1967	135,8	1985	59,6	2004	86,9
1968	57,7	1986	62,4	2005	59,6
1969	28,6	1987	67,9	2006	62,1
1970	129,5	1988	72,4	2008	59,3
1971	44,6	1989	70,3	2009	66,9
1972	63,5	1990	73,5	2010	68,1
1973	54,7	1991	72,1	2011	69,6
1974	60,2	1992	47,1	2012	56,9
1975	61,4	1993	63,1	2013	66,2
1976	71,5	1995	74,5	2014	28,5
1977	59,8	1996	61,8	2015	61,0
1978	61,0	1997	70,8	2016	80,7
1979	59,6	1998	53,8	2017	67,3
1980	64,1	1999	100,9	2018	59,9
1981	74,6	2000	86,3	2019	60,9
1982	89,5	2001	60,4	2020	74,6
1983	92,2	2002	57,2	2021	55,3
1984	71,3	2003	67,3	2022	61,6

Algumas distribuições de dois parâmetros (Exponencial, Gama, Gumbel, Normal e Lognormal) e de três parâmetros (Generalizada de Valores Extremos e Pearson 3) foram obtidas com base nas metodologias de estimação.

Tais análises foram realizadas com o auxílio do software ALEA e utilizando a biblioteca nsRFA (Non-Supervised Regional Frequency Analysis, 2020), implementada na linguagem de programação R.

Antes da etapa em questão, duas correções foram necessárias: a primeira, abordando a discrepância entre as áreas de drenagem da estação e do local de interesse no Rio Eleutério. Esta foi elucidada através da multiplicação dos quantis de vazão média máxima, pela relação entre as áreas de drenagem (452 km² / 920 km²). A segunda, concernente à relação entre vazões médias e vazões instantâneas, foi corrigida através da multiplicação da vazão pelo fator de Fuller, dado pela equação:

$$K = 1 + \frac{2,66}{A^{0,3}} = 1,425$$

Onde:

K = Fator de Fuller

A = Área de drenagem (km²)

Após a avaliação geral, a distribuição GEV, com parâmetros estimados a partir do método dos momentos, foi selecionada por apresentar as melhores características nas etapas de avaliação supracitadas, apresentando maior aderência nos ramos inferior e superior da distribuição. Dessa forma, os quantis de precipitação calculados no estudo para a estação 61865000 são apresentados na Tabela a seguir:

Tempo de retorno (anos)	Probabilidade de ocorrência	Vazão (m³/s)
5	20%	54,9
10	10%	63,8
15	7%	68,9
20	5%	72,6
25	4%	75,4
50	2%	84,2
100	1,0%	93,0
200	0,5%	101,8
250	0,4%	104,7
500	0,2%	113,5
1000	0,1%	122,3
5000	0,02%	142,7
10000	0,01%	151,5

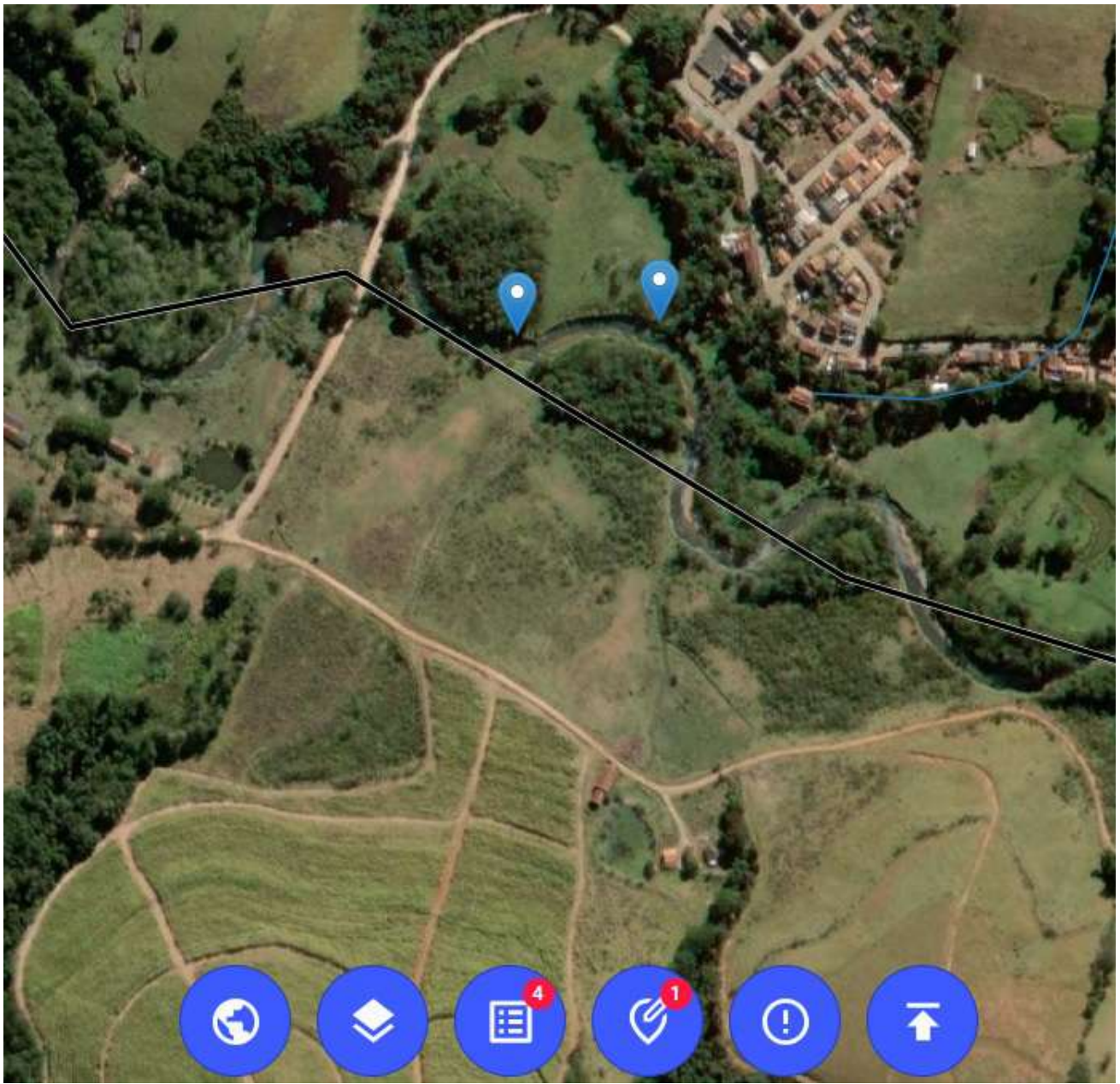
5. ESTUDOS HIDRÁULICOS

De acordo com os estudos apresentados no processo, a canalização será uma estrutura de leito natural e retaludamento nas laterais.

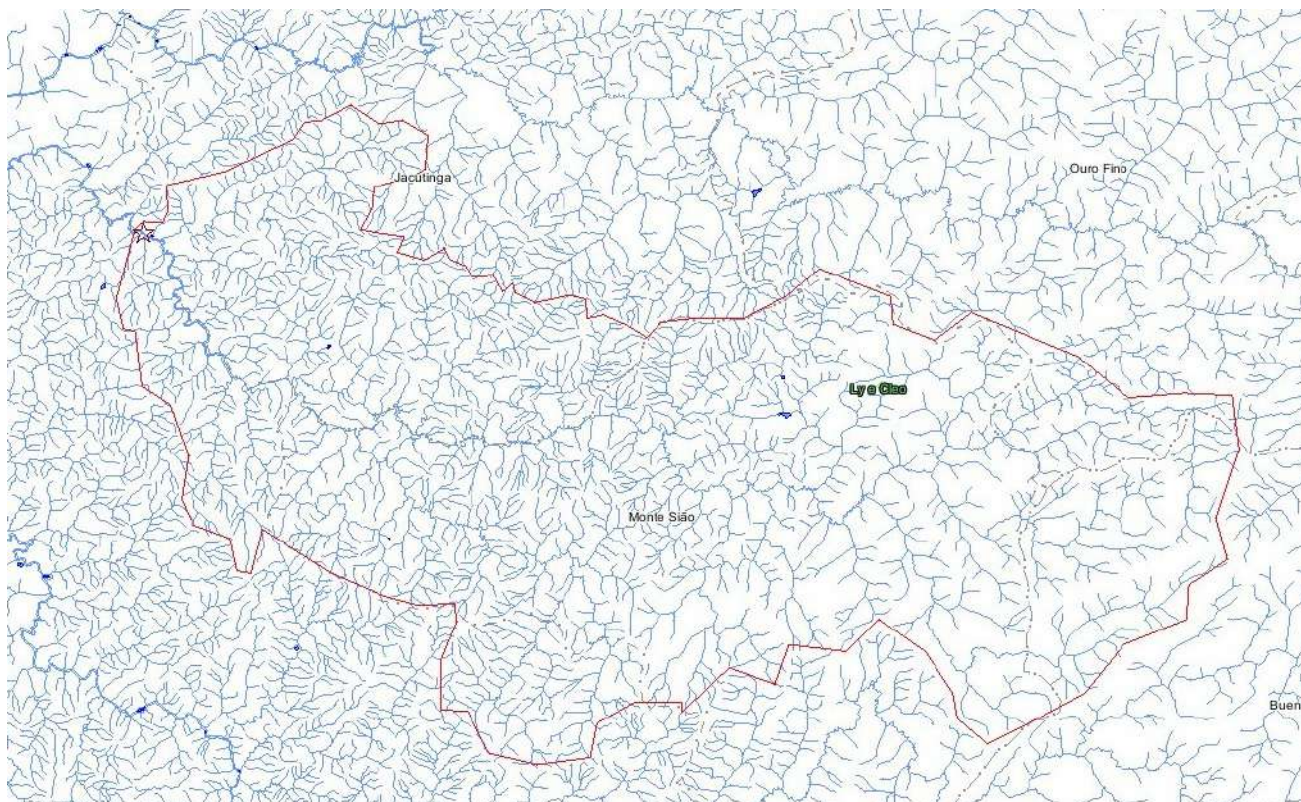
As modelagens hidrodinâmicas foram realizadas por meio do uso do software HEC-RAS 6.2, tradicionalmente empregado em estudos dessa natureza. Para a representação geomorfológica da região a jusante da estrutura, foi empregada uma malha com 1 m de largura.

O mapa apresenta um prognóstico da inundação potencial para cenário de cheia natural na região da travessia sobre o Rio Eleutério, a saber: Cenário de evento chuvoso, considerando vazões de cheia natural referentes a um tempo de retorno de 1000 anos.

A mancha de inundação, nesse caso, pode ser definida como a estimativa da área que seria atingida pelo fluxo do cenário proposto. Sua precisão depende da qualidade das informações topográficas e das incertezas associadas à modelagem hidrodinâmica e aos dados de entrada do modelo.



LEGENDA: Mapa da localização do local da intervenção - Ide-Sisema



LEGENDA: Mapa da localização do local da intervenção - SIAM

8. HISTÓRICO

Durante a análise do processo em questão constatou-se que eram necessárias as complementações de algumas informações, sendo assim, foi solicitado ofício de informações na data 06/03/2025, conforme Art. 24 do Decreto Estadual nº 47.705/2019, sendo a intimação cumprida por decurso do prazo tácito/ consulta direta em 10/03/2025.

As informações solicitadas foram respondidas no dia 12/05/2025 conforme dos documentos SEI nº (s): 113311150.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este parecer técnico refere-se exclusivamente às questões técnicas relativas ao pedido de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, não abarcando a análise documental, administrativa, judicial ou de conveniência e oportunidade da Administração Pública.

Cabe esclarecer que o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam – não possui responsabilidade técnica sobre os projetos do sistema de controle ambiental liberados para implantação, sendo a execução, operação e comprovação de eficiência destes de inteira responsabilidade da própria empresa e/ou do seu responsável técnico.

Ressalta-se que a Outorga em apreço não dispensa nem substitui a obtenção, pelo requerente, de outras licenças legalmente exigíveis.

Os atos administrativos autorizativos ou de outra natureza necessários para a regularização da atividade exercida pelo usuário dos recursos hídricos, que forem de competência de órgãos ou entidades de direito público diversas do Igam, são de responsabilidade exclusiva do usuário.

Destaca-se:

Portaria IGAM nº 23/2023 que altera a Portaria IGAM Nº 48/2019:

Art. 10 - O prazo máximo para o início do exercício do direito de uso de recursos hídricos autorizado por meio da outorga de direito de uso dos recursos hídricos é de dois anos, contados a partir de sua publicação.

§ 1º - O prazo máximo para conclusão da implantação das intervenções em recursos hídricos autorizadas por meio da outorga de direito de uso dos recursos hídricos é de seis anos, contados a partir de sua publicação.

Decreto 47.705/2019:

Art. 20 – A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

II – não utilização da água por três anos consecutivos.

Observação:

É importante esclarecer que, para as outorgas de captação, o usuário tem até dois anos para iniciar a implantação da intervenção, entretanto, ele terá no máximo três anos consecutivos de não utilização da água após a emissão da outorga.

10. PARECER FINAL

Diante do exposto, somos favoráveis à outorga para **canalização e/ou retificação de curso de água**, através do presente processo de outorga, para o requerente NOVA TRANSPORTADORA DO SUDESTE S/A - NTS.

Léo Davidovitsch

MASP 1.182.842-3

Analista ambiental da Unidade Regional de Gestão das Águas do Sul de Minas

Paulo César Lopes

MASP 1.576.733-8

Coordenador da Unidade Regional de Gestão das Águas do Sul de Minas



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cesar Lopes, Gerente**, em 21/05/2025, às 23:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leo Davidovitsch, Servidor(a) Público (a)**, em 22/05/2025, às 08:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **108487544** e o código CRC **97D9010F**.

Parecer nº 35/IGAM/DPLR -CONTROLE PROCESSUAL/2025

PROCESSO Nº 2090.01.0017100/2024-85

Processo Siam n.º 41861/2024

Protocolo Siam n.º 0047677/2025

Processo SEI n.º 2090.01.0017100/2024-85

DADOS DO EMPREENDIMENTO

Nome do empreendimento: Nova Transportadora do Sudeste S/A – NTS

Modo de uso: 15 – Canalização e/ou Retificação de curso de água

Responsável técnico pelo empreendimento: Cesar Vinciprova dos Reis

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA (§§ 1º e 2º, do art. 21, do Decreto n.º 47.705/2019)

- requerimento em modelo padrão (92362641);
- impresso do comprovante de inscrição e de situação cadastral junto ao Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica - CNPJ - do usuário de recursos hídricos, quando se tratar de pessoa jurídica (92362656);
- cópia do contrato ou estatuto social que designa a administração do usuário de recursos hídricos, quando se tratar de pessoa jurídica (92362658 e 94163440);
- declaração de que o usuário é proprietário ou tem posse legal do imóvel onde será realizada a intervenção em recursos hídricos ou que possui anuência do proprietário do imóvel onde será realizada a intervenção (94163442);
- formulário técnico padrão referente à intervenção em recursos hídricos, devidamente preenchido (92362642). As informações técnicas devem ser objeto de conferência por parte da equipe técnica do Igam;
- relatório técnico referente à intervenção em recursos hídricos, elaborado por profissional legalmente habilitado (92362643). As informações técnicas devem ser objeto de conferência por parte da equipe técnica do Igam;
- complementação ao relatório técnico referente à intervenção em recursos hídricos, elaborado por profissional legalmente habilitado (113311150, 92362644, 92362647, 92362648 e 92362649), decorrente do pedido de informações complementares constante no documento (108528095). As informações técnicas devem ser objeto de conferência por parte da equipe técnica do Igam;
- Anotação de Responsabilidade Técnica - ART - de profissional legalmente habilitado, expedida pelo conselho profissional competente (94163441);
- comprovante de pagamento das taxas correspondentes (90004220, 90004258 e 92362655);
- cópia de procuração, conferindo poderes ao representante convencional ou legal do usuário de recursos hídricos para representá-lo junto ao Igam (92362653);
- cópia de documento de identificação pessoal do representante legal ou convencional (92362651);
- cópia do CPF do representante legal ou convencional (92362651).

Trata-se da análise do processo de outorga nº 41861/2024, que versa sobre a intervenção em recurso hídrico por meio de canalização e/ou retificação de curso de água, modo de uso 15, com a finalidade de contenção de taludes. A intervenção é de responsabilidade da Nova Transportadora do Sudeste S/A – NTS, inscrita no CNPJ sob o nº 04.992.714/0001-84, localiza-se no município de Jacutinga/MG e compreende os seguintes pontos de coordenadas geográficas: Latitude início 22° 19' 9,76" S e Longitude início 46° 42' 28,19" O e Latitude fim 22° 19' 9,47" S e Longitude fim 46° 42' 24,73" O.

Importante ressaltar que esta análise é feita conforme os preceitos estabelecidos nas Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, consubstanciados, respectivamente na Lei Federal n.º 9.433/1997 e Lei n.º 13.199/1999, e ainda em procedimentos no Decreto n.º 47.705/2019, na Portaria Igam n.º 48/2019, na Deliberação Normativa CERH/MG n.º 07/2022 e na Deliberação Normativa CERH/MG n.º 31/2009.

No que diz respeito à análise documental do processo de outorga n.º 41861/2024, verificou-se que, nos termos dos §§ 1º e 2º, do Art. 21, do Decreto n.º 47.705/2019, o empreendedor apresentou todos os documentos listados no citado dispositivo legal. As intervenções em recursos hídricos são classificadas de acordo com as determinações da Deliberação Normativa CERH/MG n.º 07/2002, e da Portaria Igam n.º 48/2019. Cumpre destacar que, nos termos da Deliberação Normativa CERH/MG n.º 07/2002 combinada com o parágrafo único do Art. 31 e anexo I da Portaria Igam n.º 48/2019, o presente expediente versa sobre um empreendimento de grande porte.

Desse modo, conforme disposto no § 1º, do Art. 3º, do Decreto n.º 47.705/2019, bem como no Art. 32 da Portaria Igam n.º 48/2019, os processos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos para empreendimentos de grande porte são encaminhados para análise e aprovação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica - CBH.

Cumpre esclarecer que esta análise é meramente documental, cartorial, não possuindo qualquer responsabilidade sobre os estudos e documentos apresentados, nem tampouco sobre os sistemas de controle ambiental. Toda ela foi realizada com base na presunção da boa-fé do particular perante o Poder Público, prevista expressamente no Art. 3º do Decreto n.º 49.013/2025.

Ressalta-se ainda, que a eventual outorga dos recursos hídricos não dispensa nem substitui a obtenção, pelo empreendedor, de outras certidões, alvarás ou outras licenças, legalmente exigíveis pela legislação federal, estadual ou municipal, nos termos do Art. 5º do Decreto 47.705/2019.

Diante de todo o exposto, no que se refere à análise jurídica documental, não identificamos óbice jurídico à concessão do ato.

Belo Horizonte, 18 de julho de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Vladimir Rabelo Lobato e Silva**, **Servidor**, em 18/07/2025, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marconi Rocha da Silveira**, **Analista Ambiental**, em 18/07/2025, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **118480533** e o código CRC **C75B1D90**.

PARECER DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA – CBH

Processo: 2090.01.0017100/2024-85

Requerente/Empreendedor: Nova Transportadora do Sudeste S/A – NTS (CNPJ nº 04.992.714/0001-84)

Município: Jacutinga/MG, divisa com Itapira/SP

Objeto: Outorga para intervenção em recurso hídrico (canalização e/ou retificação de curso d'água – modo de uso 15), com finalidade de contenção de taludes e proteção de margem na travessia do Rio Eleutério pelo gasoduto GASPAJ.

Responsável Técnico: Eng. Cesar Vinciprova dos Reis.

I – Competência do CBH

Nos termos da Lei Federal nº 9.433/1997, da Lei Estadual nº 13.199/1999, do Decreto Estadual nº 47.705/2019, da Portaria IGAM nº 48/2019 e da Deliberação Normativa CERH/MG nº 07/2002, empreendimentos classificados como de grande porte devem ser submetidos à deliberação do Comitê de Bacia Hidrográfica.

O processo em análise foi corretamente encaminhado ao CBH, em cumprimento ao art. 32 da Portaria IGAM nº 48/2019 e ao art. 3º, §1º, do Decreto nº 47.705/2019.

II – Descrição resumida do pleito

O empreendimento refere-se à recomposição da margem do Rio Eleutério, visando conter erosões e garantir a segurança da travessia do gasoduto GASPAJ.

O memorial descritivo técnico apresenta evolução do projeto:

1. Solução anterior (2023): execução de espigões, colchão drenante e enrocamento em trechos críticos;
2. Solução atual (2024): substituição dos espigões por Colchão Reno em toda a margem, associado a gabiões tipo caixa e colchão Reno içável na área da travessia do gasoduto, reduzindo impacto ambiental e aumentando a estabilidade.

O objetivo é conter erosões, preservar o leito do curso hídrico e proteger a infraestrutura existente.

III – Solução e análise

O Parecer IGAM nº 35/2025 concluiu pela regularidade documental e legal do pedido, não identificando óbice jurídico à concessão da outorga.

A solução técnica proposta apresenta:

1. Viabilidade de engenharia, reduzindo risco erosivo sobre o gasoduto;
2. Compatibilidade ambiental, com uso de colchão Reno e gabiões, técnicas consagradas de bioengenharia para contenção e estabilização de margens;
3. Adequação normativa, atendendo às exigências da legislação de recursos hídricos.

IV – Recomendações do CBH

Aprovar o pleito de outorga, com base na legislação citada e no parecer técnico do IGAM.

1. Condicionar a execução da obra à:
 - Adoção de monitoramento contínuo da margem e das estruturas implantadas, reportando periodicamente ao IGAM e ao CBH;
2. Integração com ações ambientais, especialmente em Áreas de Preservação Permanente (APP).
3. Recomendar a implantação de corredor ecológico nas margens do Rio Eleutério, mediante:

- a) Plantio de espécies nativas do bioma Mata Atlântica (ex.: ingá, jequitibá, ipê-amarelo, aroeira, pau-jacaré, araçá, quaresmeira);
- b) Conexão com fragmentos florestais existentes, ampliando a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e a estabilidade hidrológica.

V – Conclusão

Diante do exposto, este Comitê de Bacia Hidrográfica:

1. Manifesta-se favorável à concessão da outorga solicitada pela NTS – Nova Transportadora do Sudeste S/A, para a intervenção no Rio Eleutério;
2. Endossa as conclusões do Parecer IGAM nº 35/2025, ressaltando que a outorga não dispensa outras licenças ambientais cabíveis;
3. Recomenda fortemente a recomposição/implantação de corredor ecológico com espécies nativas, de modo a compatibilizar a segurança da obra com a restauração ambiental e a promoção da conectividade ecológica.

Poços de Caldas, 21 de agosto de 2025

Ângelo Angelini Neto

Coordenador Da CTIG