ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

RODOVIA: GO-462

TRECHO: GOIÂNIA (UFG Agronomia) / SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS

EXTENSÃO: 16,77 KM

SRE: 462EGO0010

VOLUME 01

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE

PONTE SOBRE O RIBEIRÃO CAPIVARA

ABRIL/2026

ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

RODOVIA: GO-462

TRECHO: GOIÂNIA (UFG Agronomia) / SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS

EXTENSÃO: 16,77 KM

SRE: 462EGO0010

VOLUME 01

RELATÓRIO DE ANTEPROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE

PONTE SOBRE O RIBEIRÃO CAPIVARA

ELABORAÇÃO: SATUS PROJETOS ESTRUTURAIS LTDA

Contrato:

ABRIL/2026

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Situação 9

Figura 2 - Perímetro urbano mais próximo 10

Figura 3 - Localização 10

Figura 4 - Mapa da área de influência 14

Figura 5 - Localização 14

Figura 6 - Situação em planta 15

Figura 7 - Situação em perfil 15

Figura 8 – Seção transversal típica da OAE 16

Figura 9 – Seção transversal típica da OAE 16

Figura 10 – Resumo do Clima para Goiânia - GO 17

Figura 11 – Corte transversal da estrutura – Proposta 1 22

Figura 12 – Corte longitudinal – Proposta 1 22

Figura 13 – Detalhes das longarinas – Proposta 1 23

Figura 14 – Detalhe das transversinas apoio – Proposta 1 24

Figura 15 – Detalhe das transversinas vão – Proposta 1 24

Figura 16 – Detalhe das lajes – Proposta 1 24

Figura 17 – Detalhe das travessas das entradas – Proposta 1 25

Figura 18 – Detalhe das travessas centrais – Proposta 1 25

Figura 19 – Detalhe alas menores – Proposta 1 26

Figura 20 – Detalhe alas maiores – Proposta 1 26

Figura 21 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 1 27

Figura 22 – Drenos e pingadeira – Proposta 1 28

Figura 23 – Corte transversal da estrutura – Proposta 2 29

Figura 24 – Corte longitudinal – Proposta 2 30

Figura 25 – Corte longitudinal – Proposta 2 30

Figura 26 – Detalhes das longarinas – Proposta 2..... 31

Figura 27 – Detalhe das transversinas – Proposta 2..... 31

Figura 28 – Detalhe das lajes – Proposta 2 32

Figura 29 – Detalhe das travessas – Proposta 2..... 32

Figura 30 – Detalhe alas menores – Proposta 1 33

Figura 31 – Detalhe alas maiores – Proposta 1 33

Figura 32 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 2 34

Figura 33 – Drenos e pingadeiras – Proposta 2..... 34

Figura 34 – Detalhe dos blocos de fundação 38

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO 7

2 MAPA DE SITUAÇÃO 8

3 NORMAS UTILIZADAS 11

4 INFORMAÇÕES DE CARÁTER LOCAL 12

5 CRITÉRIOS DE PROJETO 13

6 CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO 16

6.1 Considerações de cálculo 17

6.1.1 Cargas de projeto 17

6.1.2 Carga móvel 17

6.1.3 Análise estrutural - Verificação da segurança 18

6.1.4 Materiais 18

7 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS 18

7.1 Proposta 1: Longarinas pré-moldadas 20

7.1.1 Memoria Justificativa 20

7.1.2 Memoria Descritiva 21

7.1.3 Pré-dimensionamento – Solução 01 23

7.2 Proposta 2: Longarinas Metálicas 28

7.2.1 Memoria justificativa 28

7.2.2 Memoria descritiva 29

7.2.3 Pré-dimensionamento – Solução 02 30

7.3 Proposta Única: Blocos de concreto sobre Estacas Raiz 35

7.4 Escolha das Concepções 41

8 PROJETO ESCOLHIDO 42

9 ORÇAMENTO 43

9.1 Planilha orçamentária 44

9.2 Cronograma 45
9.3 Memorial de cálculo dos quantitativos 46
9.4 Composições Unitárias de preço 55
9.5 Especificações de Serviço 56
10 BOLETINS DE SONDAGENS 57
11 ART - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA 89
12 DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE 90
13 TERMO DE ENCERRAMENTO 91

1 APRESENTAÇÃO

A empresa SATUS Projetos Estruturais LTDA apresenta à Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes, o anteprojeto com as opções de soluções estruturais para implantação de Obra de Arte Especial (OAE).

Este relatório tem o intuito de apresentar e validar junto à contratante a opção escolhida para o desenvolvimento do anteprojeto de implantação da obra de arte especial na rodovia GO-462 sobre o Ribeirão Capivara, apresentando uma análise técnica e econômica das soluções estruturais propostas.

A intervenção tem como objetivo a continuidade e a melhoria das condições de trafegabilidade, com a duplicação e restauração de um trecho de 16,77 Km entre a Escola de Agronomia da UFG (Goiânia-GO) ao município de Santo Antônio de Goiás, garantindo maior segurança, fluidez e integração das regiões atendidas por essa via de acesso.

Desta maneira, todos os estudos a seguir apresentados buscam o cumprimento dos requisitos para concepção de obras de arte da GOINFRA, bem como outras normas aplicáveis, em especial a Instrução de Projeto IP-20, que disciplina a Elaboração de Anteprojeto.

Trata-se de um trabalho elaborado pela empresa SATUS Projetos Estruturais Ltda. que se compromete a emitir, cujos dados estão detalhados abaixo:

- Objeto do Contrato: Elaboração de Anteprojeto de Engenharia para construção de Obra de Arte Especial;
- Rodovia: GO-462;
- Trecho: Goiânia / Santo Antônio de Goiás;
- Extensão Total: 16,772 Km (Duplicação);

O foco deste relatório é a disciplina de ante projeto estrutural da obra de arte especial na Rodovia GO-462 sobre o Ribeirão Capivara, com informações obtidas em leitura de estudos complementares vindos da empresa parceira. Ou seja, o objeto deste volume é apenas o Anteprojeto Estrutural de Obra de Arte Especial, ficando todos os demais estudos e anteprojetos contidos deste mesmo lote, fora de análise ou critica pela SATUS Projetos Estruturais, pois todas as informações relacionadas ao Anteprojeto Geométrico, Estudos Hidrológicos, e

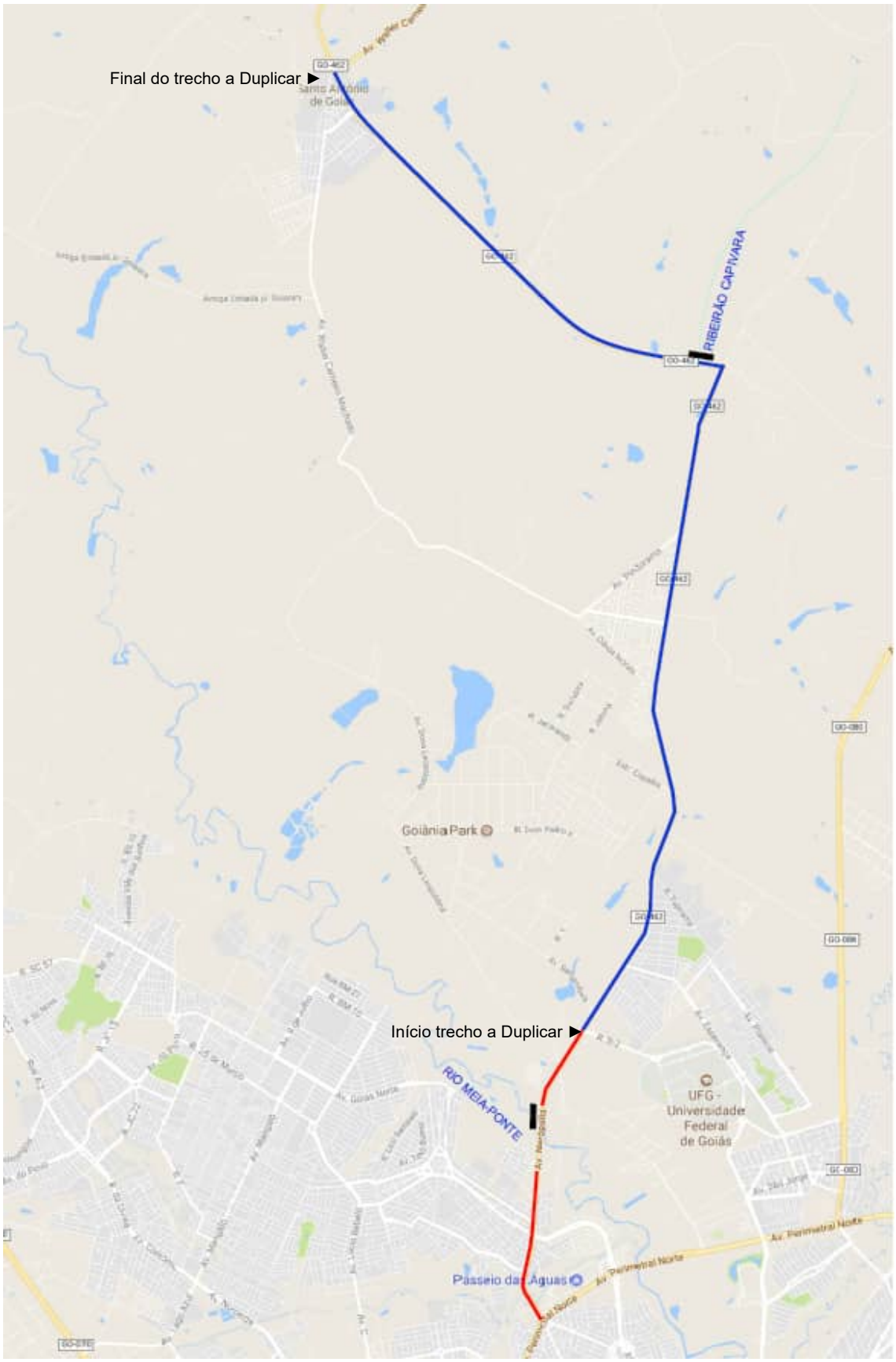
demais estudos são de responsabilidade da empresa LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA., que elaborou os estudos complementares e forneceu os dados para a elaboração desta disciplina aqui descrita.

Este Anteprojeto estrutural de Obra de Arte Especial é a representação técnica da opção aprovada em estudos anteriores, que visa subsidiar a elaboração do Projeto Básico e Projeto Executivo, apresentado em desenhos, em número, escala e detalhes suficientes para a compreensão da obra planejada, contemplando especificações técnicas, memorial descritivo e orçamento estimativo.

2 MAPA DE SITUAÇÃO

Abaixo está uma imagem do mapa de situação do trecho objeto deste contrato, a Duplicação e Restauração de 16,77 Km.

Figura 1 – Mapa de Situação



A ponte está localizada na GO-462 sobre o Ribeirão Capivara, entre os municípios de Goiânia e Santo Antônio de Goiás. A obra de arte em questão está nas coordenadas UTM X: 685368,764 e Y: 8173275,246, Fuso 22K. A imagem anterior apresenta a localização do traçado do trecho, e as imagens seguintes mostram as proximidades.

Figura 2 - Perímetro urbano mais próximo



Figura 3 - Localização



3 NORMAS UTILIZADAS

Para a análise e resolução dos elementos estruturais desta obra de arte especial foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR 7187:2021 – Versão Corrigida: 2022 - Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento;
- NBR 7188:2024 – Ações devido ao tráfego de veículos rodoviários e de pedestres em pontes, viadutos e passarelas;
- NBR 6118:2023 – Versão Corrigida 2: 2024- Projeto de estruturas de concreto - Procedimento;
- NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 6122:2022 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123:2023 – Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 8681:2003 Versão Corrigida: 2004 – Ações e segurança nas estruturas - Procedimento;
- NBR 12655:2022 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento;
- GOINFRA ES-OAE-001/18: Pontes e Viadutos Rodoviários;
- DNIT 092/2006-ES - Juntas de dilatação - Especificação de serviço;
- DNIT 116/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Serviços Preliminares - Especificação de serviço;
- DNIT 117/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção - Especificação de serviço;
- DNIT 118/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado - Especificação de serviço;
- DNIT 119/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço;
- DNIT 120/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Fôrmas - Especificação de serviço;
- DNIT 121/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Fundações Especificação de serviço;
- DNIT 122/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço;

- DNIT 123/2009-ES: Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido - Especificação de serviço;
- DNIT 124/2009-ES - Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos - Especificação de serviço.
- IP-20 – Elaboração de Anteprojeto – GOINFRA

4 INFORMAÇÕES DE CARÁTER LOCAL

A Rodovia GO-462 no trecho em projeto, liga a cidade de Goiânia a cidade de Santo Antônio de Goiás, e que existe a necessidade de implantação de uma obra de arte sobre o Ribeirão Capivara para melhorar o tráfego de veículos da população que trabalha durante o dia na cidade de Goiânia e retorna a sua moradia na cidade de Santo Antônio de Goiás, o que justifica os investimentos para facilitar o escoamento da produção. A cidade de Santo Antônio de Goiás é sede da Embrapa Arroz e Feijão, um dos maiores centros de pesquisa agropecuária do Brasil. Mescla características de estrada pioneira e de estrada projetada, sendo possível aproveitar grande parte da diretriz existente, corrigindo e melhorando o traçado nos trechos mais sinuosos.

O segmento em projeto da rodovia GO-462 será duplicado e restaurado numa extensão de 16,77 Km entre a Escola de Agronomia da UFG (Goiânia) ao município de Santo Antônio de Goiás, sendo a principal ligação entre as cidades a capital Goiânia e Santo Antônio de Goiás.

Tendo em vista que o contrato da construção da ponte será embutido dentro do contrato de restauração e duplicação da rodovia como um todo, onde esta será a responsável por todas as obras de implantação e que por sua vez estará com toda a mobilização de equipamentos de terraplanagem, entende-se que na solução estrutural escolhida que é uma ponte pré-moldada, não serão necessárias novas mobilizações de novos equipamentos que não estejam contemplados no escopo da construção da rodovia para a abertura dos caminhos de serviço.

A intervenção tem como objetivo a melhoria das condições de trafegabilidade na estrada que faz a ligação entre os municípios de Goiânia e Santo

Antônio de Goiás, garantindo maior segurança, fluidez e integração das regiões atendidas por essa via de acesso.

5 CRITÉRIOS DE PROJETO

Conforme já citado anteriormente, todos os dados relativos ao Anteprojeto desta estrada vicinal foram obtidos junto a LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA., incluindo especialmente os estudos topográficos e hidrológicos, geometria e seção da via. O único estudo realizado por esta projetista foi o anteprojeto estrutural da obra de arte e que se resumirá em dois volumes:

- ✓ Volume 1 - Relatório de Anteprojeto;
- ✓ Volume 2A - Pranchas Desenhos Técnicos.

A sondagem não foi elaborada por esta projetista, mas foi em conformidade ao Termo de Referência e a Instrução de Projeto (IP-20 – Elaboração de Anteprojeto), em especial o item 4.6-Estudos Geotécnicos, letra e) - Sondagens Específicas para Obras de Arte Especiais, foram realizadas as sondagens a percussão e rotativas, **apresentadas no item 10 deste relatório**.

A ponte está localizada na Rodovia GO-462 sobre o Ribeirão Capivara, entre os municípios de Goiânia e Santo Antônio de Goiás. A obra de arte em questão está nas coordenadas UTM X: 685368,764 e Y: 8173275,246, Fuso 22K. A imagem a seguir apresenta a localização do traçado.

Figura 4 - Mapa da área de influência



Figura 5 - Localização



Figura 6 - Situação em planta

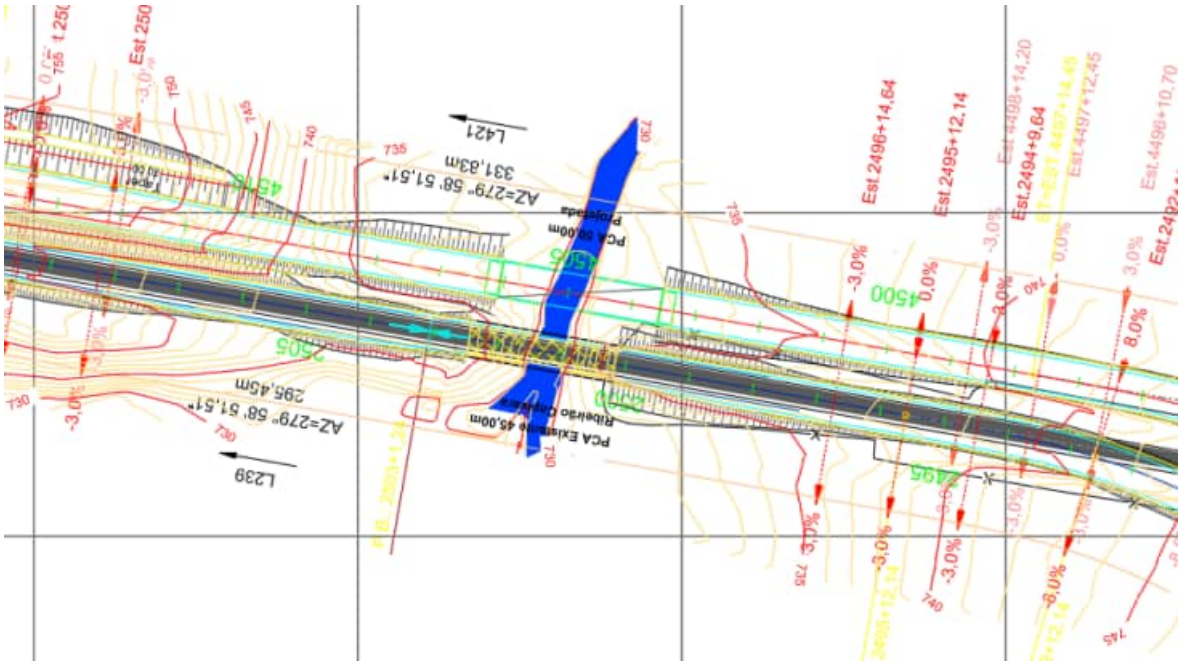
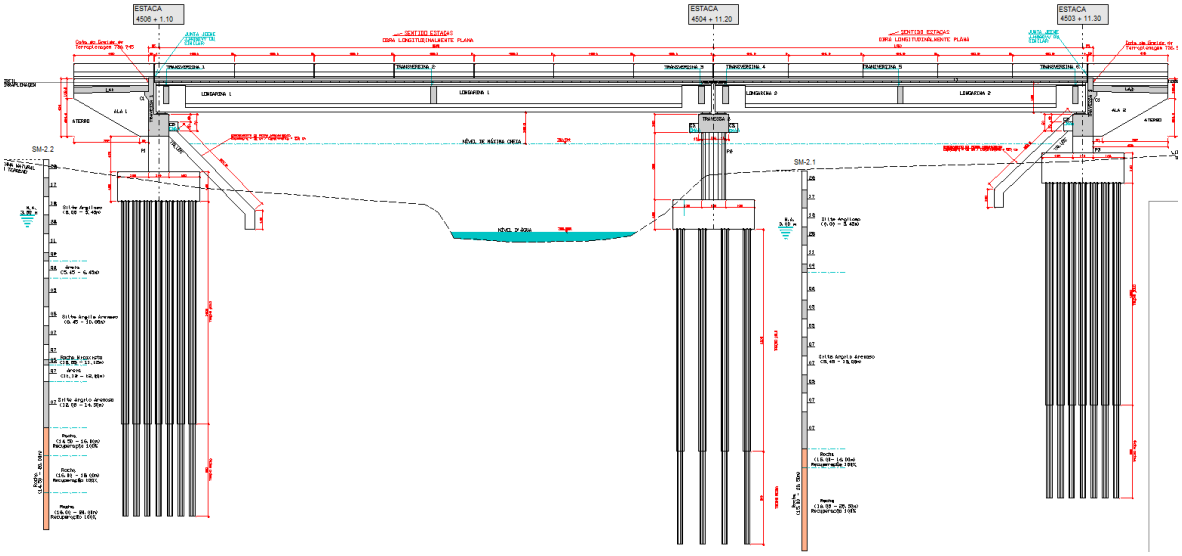
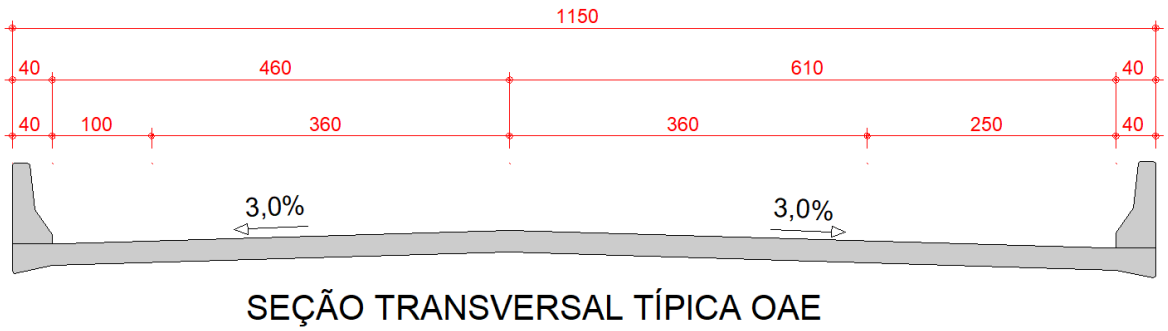


Figura 7 - Situação em perfil



A seção transversal típica mista em tangente definida no projeto geométrico:

Figura 8 – Seção transversal típica da OAE

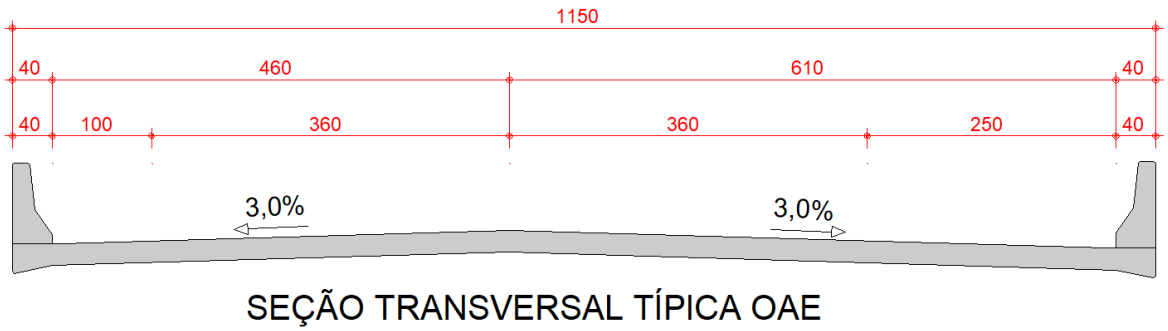


6 CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO

O greide da ponte sobre o Ribeirão Capivara na rodovia GO-462 é constituído em trecho longitudinalmente plano, e transversalmente inclinado do centro para as extremidades em 3,0 %.

Em conformidade com os dados fornecidos pela projetista, para este estudo considerou-se a largura da obra de arte da ponte sobre o Ribeirão Capivara composta por dois sentidos de tráfego de veículos com 3,60 m cada pista, uma faixa de acostamento de 2,50 m, uma faixa de segurança de 1,00 m e duas barreiras New Jersey de concreto de 0,40 cada uma, totalizando assim 11,50 m de largura total.

Figura 9 – Seção transversal típica da OAE



A informação climática na região da obra de arte é classificada como clima predominantemente tropical semiúmido, com precipitações médias anuais entre 1.400 mm a 1.600 mm por ano, tendo durante o ano um período de verão chuvoso e outro de inverno seco, sendo o período chuvoso ocorrendo entre os meses de

outubro a abril e o período seco entre os meses de maio a setembro. mês de transição nas passagens de um para o outro. Estas e mais informações relacionadas as caracterizações climáticas são encontradas no Estudo Hidrológico.

Figura 10 – Resumo do Clima para Goiânia - GO

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	23.4	23.4	23.2	23	22.2	21.8	21.8	23.8	25.9	25.7	23.7	23.4
Temperatura mínima (°C)	19.8	19.7	19.6	18.8	17.1	16.4	16	17.8	20.2	20.7	20	19.9
Temperatura máxima (°C)	27.7	27.9	27.7	27.9	27.7	27.5	27.7	29.9	31.9	31.2	28.3	27.7
Chuva (mm)	226	179	185	82	17	5	2	7	32	107	203	225
Umidade(%)	78%	78%	79%	71%	60%	53%	46%	37%	39%	54%	74%	78%
Dias chuvosos (d)	16	15	15	9	3	1	0	1	4	11	16	18
Horas de sol (h)	9.3	9.5	9.0	9.4	9.5	9.7	9.9	10.3	10.5	10.3	9.5	9.3

Estas e mais informações relacionadas as caracterizações climáticas são encontradas no volume do estudo hidrológico, fornecido pela empresa LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA.

6.1 Considerações de cálculo

6.1.1 Cargas de projeto

- Peso próprio dos elementos;
- Cargas permanentes - pavimentação;
- Cargas permanentes - recapeamento;
- Cargas acidentais;
- Empuxo de solo;
- Vento;
- Frenagem e aceleração;
- Efeito de temperatura;
- Pressão hidrodinâmica.

6.1.2 Carga móvel

- Trem tipo classe 45, conforme as prescrições da NBR 7188/2024.

6.1.3 Análise estrutural - Verificação da segurança

Foram observadas as condições gerais fixadas em todas as normas citadas anteriormente.

6.1.4 Materiais

a) **Concreto:** Foi adotada para esta obra sobre o Ribeirão Campo Grande as seguintes resistências características aos 28 dias:

- Proposta 1:
  - ✓ Estacas: 20 MPa;
  - ✓ Blocos: 30 MPa;
  - ✓ Mesoestrutura: 30 MPa;
  - ✓ Superestrutura: 40 Mpa.

- Proposta 2:
  - ✓ Estacas: 20 MPa;
  - ✓ Blocos: 30 MPa;
  - ✓ Mesoestrutura: 30 MPa;
  - ✓ Superestrutura: 40 Mpa;
  - ✓ Longarinas Metálicas ASTM A36 250 Mpa.

b) **Aço:** As armaduras passivas do concreto serão em aço CA-50A. As armaduras ativas e cabos de protensão serão confeccionados com cordoalhas de 12,7 mm de aço CP 190RB. O Sistema de Protensão será do tipo pós-tensão aderente.

7 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

O comprimento total da ponte sobre o Ribeirão Capivara foi definido em 50,90 m de acordo com os estudos hidrológicos e geométricos fornecidos pela empresa LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA.

Nos encontros serão previstos a proteção do solo com enrocamento em pedra argamassada, visando garantir a estabilidade e proteção do corpo do aterro.

Conforme o levantamento topográfico realizado, obteve-se alturas de aterro máximo de aproximadamente 5,60 m nos encontros e um comprimento máximo de enrocamento estimado de 6,20 m.

Visando a obtenção da concepção mais vantajosa para a administração, houve a proposta da criação de duas soluções estruturais, sendo que na melhor solução estrutural também seriam elaborados dois estudos com soluções de fundações distintas, porém não foi elaborado devido as condições geotécnicas que serão explicadas no item relacionado ao estudo da fundação.

Para mesoestrutura e superestrutura, avaliou-se as seguintes propostas:

- Proposta 1: cinco longarinas de concreto protendido pré-moldado com o primeiro vão de 29,90 m e o segundo de 19,90 m;
- Proposta 2: cinco longarinas metálicas com o primeiro vão de 29,90 m e o segundo de 19,90 m;

A utilização em ambos os casos de soluções pré-fabricadas, seja ela em concreto ou em solução mista com as longarinas metálicas, ocorreu visando a rapidez na execução da estrutura e a utilização de estrutura padronizada com uniformidade da solução, garantida pela repetição das longarinas do tabuleiro.

De acordo com a análise das soluções propostas, foram realizadas duas sondagens mistas, conforme indicação da GOINFRA, que é de uma sondagem em cada encontro para obras de até 100,0 m de comprimento. A partir dos resultados geotécnicos obtidos, foram seguidos os estudos da obra com a superestrutura em vigas pré-moldadas (Proposta 1), e realizou-se a proposta de concepção da fundação.

Inicialmente, estavam previstas duas propostas distintas para as fundações, seguindo orientação da GOINFRA. No entanto, devido às condições específicas identificadas nas sondagens, elaborou-se apenas uma proposta que é bloco de concreto sobre estacas raiz.

Isso porque a característica geotécnica encontrada no local da obra apresenta um solo com resistência geotécnica muito baixa, chegando até a rocha

já em camadas mais profundas, o que limitaria a penetração de perfis metálicos ou estacas do tipo hélice contínua.

Nestas primeiras camadas de solo que tem resistências baixas os perfis metálicos e estacas hélices contínuas não conseguem ter muita capacidade geotécnica, e ao chegar na rocha não conseguem avançar. As fundações superficiais não é uma opção devido as primeiras camadas não terem resistência geotécnica suficiente.

Visto isso, a melhor solução para as fundações é bloco sobre estaca raiz, não cabendo outro método de comparação para a obra em questão. As estacas do tipo raiz podem perfurar camadas de solo e de rocha, podendo ser executadas mesmo com a presença de água.

Uma justificativa mais detalhada para a elaboração de apenas uma proposta está apresentada no item 7.3.

As memórias de quantitativos das soluções apresentadas referentes à infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura estão em arquivo editável anexo, porém, para facilitar a compreensão e justificativa da concepção escolhida, apresenta-se as planilhas orçamentárias de cada solução.

7.1 Proposta 1: Longarinas pré-moldadas

7.1.1 Memoria Justificativa

A superestrutura é constituída por longarinas e lajes pré-moldadas e transversinas e lajes moldadas no local. O uso de elementos pré-moldados facilita a execução e reduz o prazo da obra, possibilitando assim a entrega antecipada da ponte. Dentre as vantagens das longarinas pré-moldadas e protendidas pode-se citar:

- Melhor controle e qualidade na fabricação das longarinas comparado a longarinas moldadas no local;
- Possibilidade de fabricação das longarinas juntamente com a infraestrutura e a mesoestrutura, reduzindo o tempo de execução obra;
- Montagem da superestrutura sem a necessidade de escoramento;

- Pelo vão e altura das longarinas optou-se por utilizar um elemento protendido.

Como maior vantagem para utilização das lajes pré-moldadas está a não utilização de formas e escoramento.

A mesoestrutura é composta por pilares, travessas, alas e laje de aproximação. Os encontros são constituídos por uma travessa em “L” e alas para confinamento do solo. A laje de aproximação evita que o solo nos encontros da ponte afunde provocando um “degrau” nesses encontros.

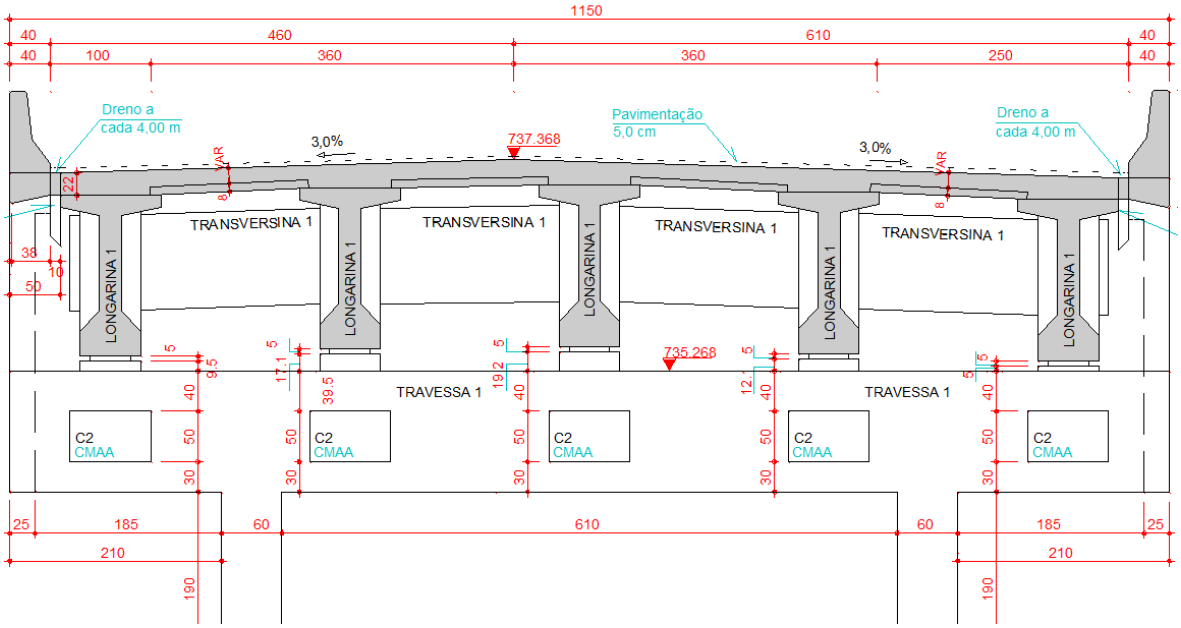
A solução de pilares e travessas se mostra mais adequada para pontes com vigas pré-moldadas devido a facilidade de execução e eficiência.

As eventuais substituições dos aparelhos de apoio serão feitas através da instalação de macacos hidráulicos sobre os consoles, levantando assim todas as longarinas simultaneamente.

7.1.2 Memoria Descritiva

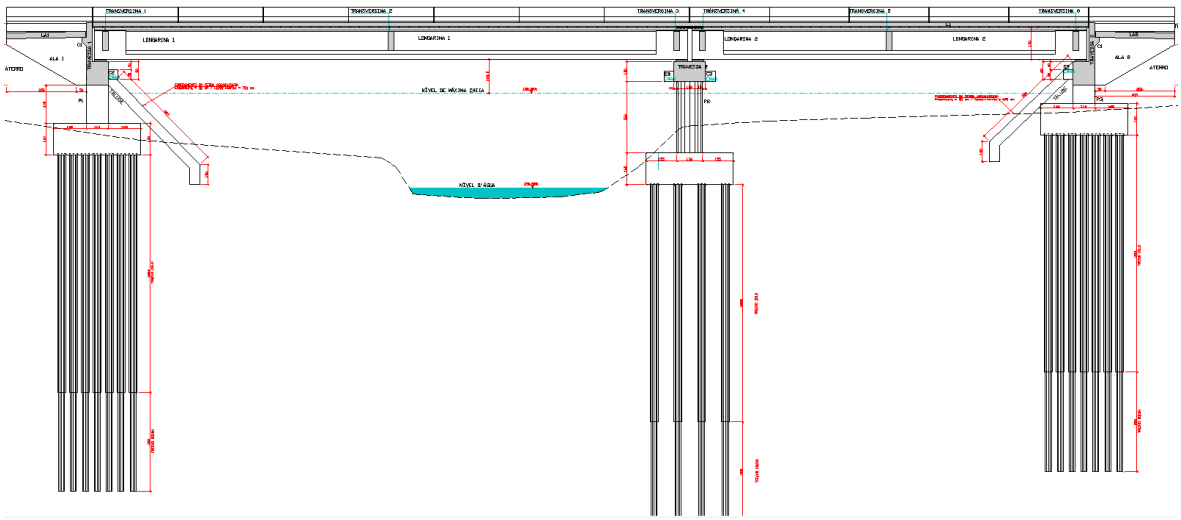
Ponte em concreto protendido pré-moldado com largura total de 11,50 m e comprimento longitudinal de 50,90 m. Longitudinalmente plana, tendo inclinação transversal de 3,0 % da divisa das vias para as extremidades, com a finalidade do escoamento das águas.

Figura 11 – Corte transversal da estrutura – Proposta 1



A obra da ponte é constituída pela superestrutura em grelha longitudinalmente contínua com o primeiro vão de 29,90 m e o segundo de 19,90 m. As longarinas são em concreto protendido e isostáticas autoportantes de inércia variável que apoiam diretamente sobre as travessas. A seção transversal da ponte é composta por cinco longarinas espaçadas em 1,375 m com marquises de 0,50m nas extremidades do tabuleiro.

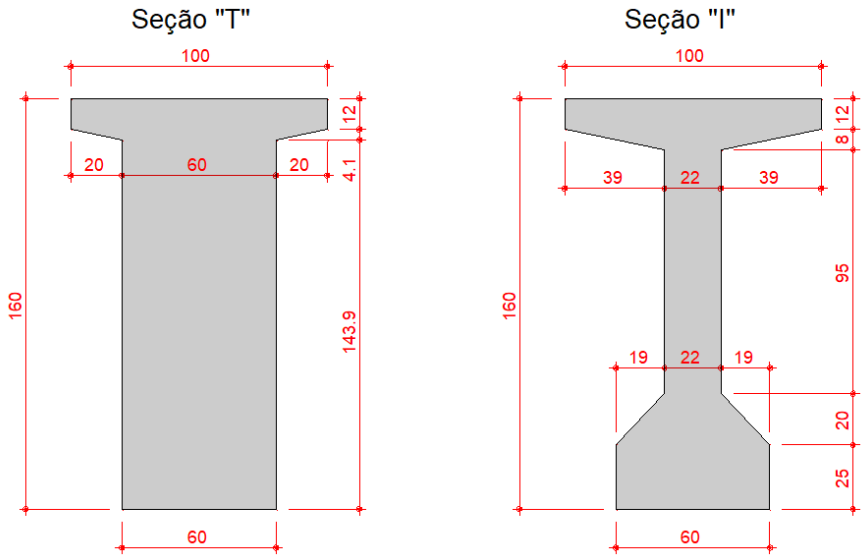
Figura 12 – Corte longitudinal – Proposta 1



7.1.3 Pré-dimensionamento – Solução 01

As longarinas são em concreto protendido de fck = 40 MPa, com seção variável sendo as extremidades em seção “T” e o meio em seção “I” com largura da mesa superior de 100,0 cm e altura de 160,0 cm, produzidas no canteiro de obras e içadas para a posição final da obra de arte. A seção “T” das longarinas no início e fim das peças são para acomodação das ancoragens de protensão, e após 160,0 cm de extensão no início e fim das longarinas, a seção varia para o formato “I” conforme as imagens a seguir:

Figura 13 – Detalhes das longarinas – Proposta 1



As ligações das longarinas com as travessas são articuladas com aparelho de apoio fretado.

Abaixo dos aparelhos de apoio existem blocos de nivelamento com alturas diferentes, para que o tabuleiro fique inclinado e tenha o caimento de 3,0% com a finalidade de escoamento das águas pluviais.

As transversinas são em concreto armado moldado no local com fck= 40 MPa, de seção retangular constante de 30,0 cm de largura e 95,0 cm de altura localizadas nas extremidades das longarinas e no meio do vão.

Figura 14 – Detalhe das transversinas apoio – Proposta 1

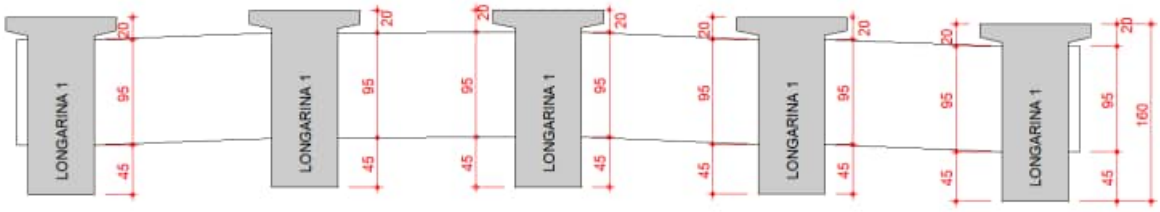
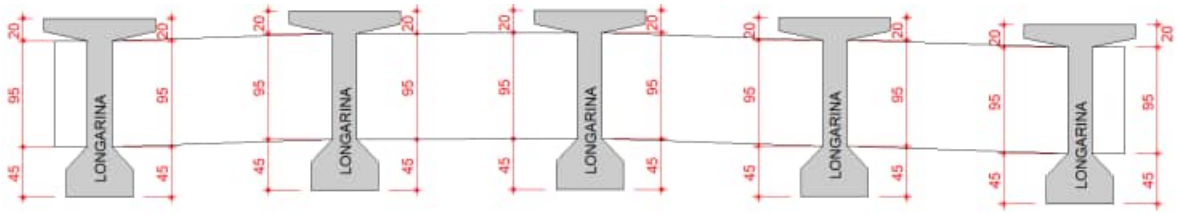
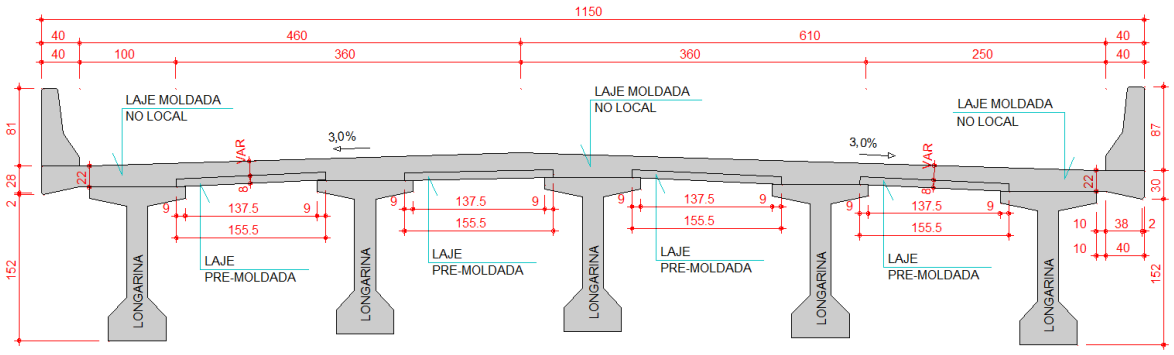


Figura 15 – Detalhe das transversinas vão – Proposta 1



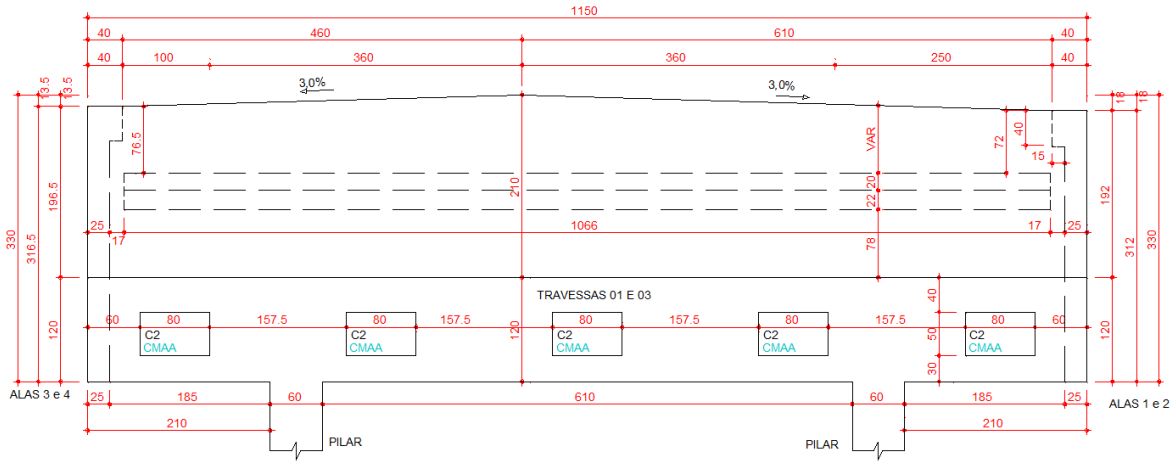
As lajes do tabuleiro possuem fck = 40 MPa, altura de 22,0 cm, utilizando de lajes pré-moldadas de 8,0 cm para fazerem o papel das formas das lajes maciças.

Figura 16 – Detalhe das lajes – Proposta 1



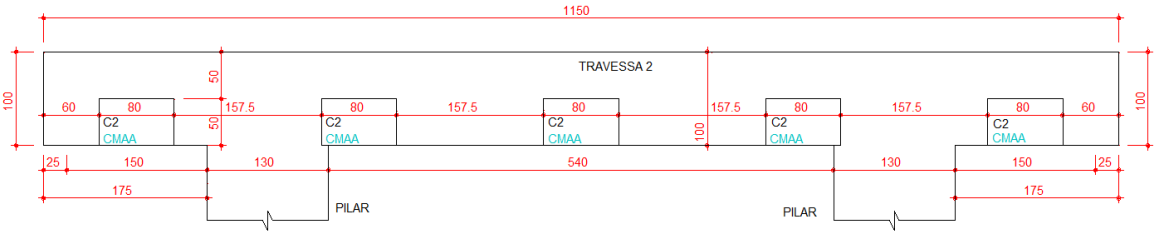
As travessas das entradas são em concreto armado moldado no local com fck = 30 MPa, com seção “L” de 110,0 cm de largura por 120,0 cm de altura no trecho inferior da peça e largura de 30,0 cm por altura variável de 192,0 cm a 210,0 cm no trecho superior da peça.

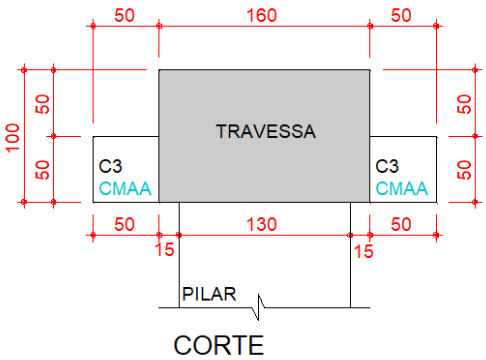
Figura 17 – Detalhe das travessas das entradas – Proposta 1



As travessas centrais também são em concreto armado moldado no local com fck = 30 MPa, com seção retangular constante de 160,0 cm de largura por 100,0 cm de altura.

Figura 18 – Detalhe das travessas centrais – Proposta 1

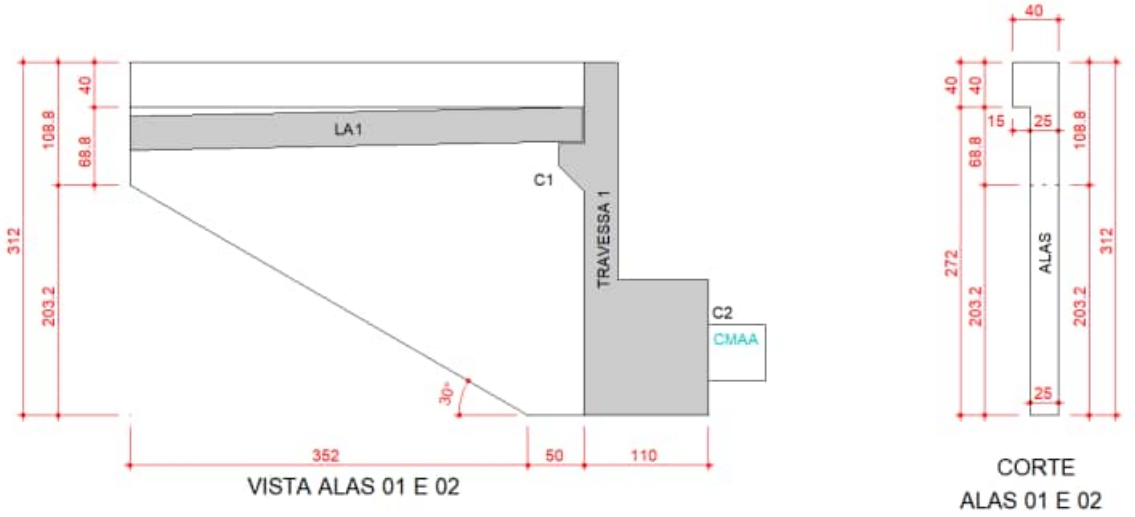




Devido aos aparelhos de apoio precisarem de manutenção e/ou troca, as travessas já foram preparadas com consoles para suportar o apoio do equipamento de manutenção.

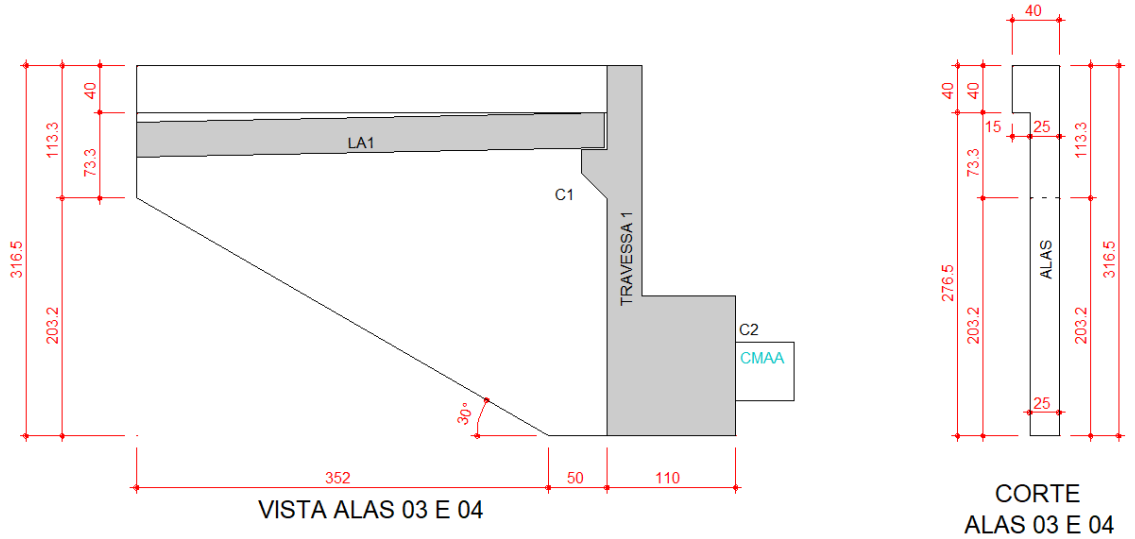
As alas são em concreto armado moldado no local com fck = 35 MPa, mas como a inclinação do tabuleiro não acontece de forma simétrica devido ao eixo da pista não ser o mesmo eixo da obra, as alas tem alturas diferentes. As alas menores tem uma seção com altura variando de 108,8 cm até 312,0 cm e base variando de 25,0 cm até 40,0 cm:

Figura 19 – Detalhe alas menores – Proposta 1



Já as alas maiores tem uma seção com altura variando de 113,3 cm até 316,5 cm e base variando de 25,0 cm até 40,0 cm:

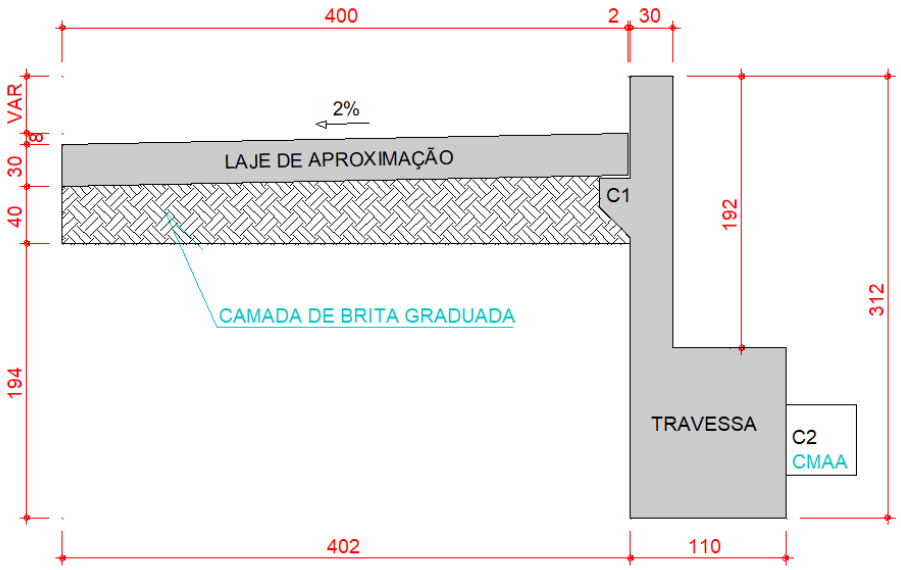
Figura 20 – Detalhe alas maiores – Proposta 1



Juntamente com as travessas de encontro, as alas têm a função de conter o solo no início e fim da obra de arte.

As lajes de aproximação são em concreto armado com fck = 30 MPa, espessura constante de 30,0 cm que apoiam sobre os consoles das travessas de entrada e sobre o solo aterrado contido na projeção das alas.

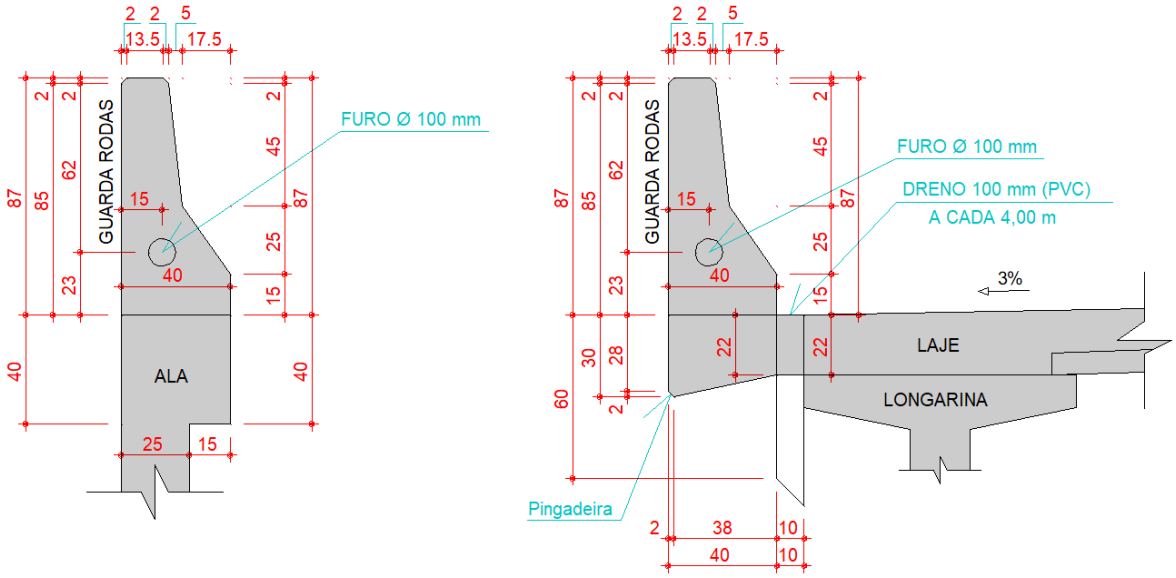
Figura 21 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 1



A obra de arte possui 6 pilares de concreto armado moldado no local com fck = 30 MPa, sendo os quatro pilares das pontas com seção retangular de 110,0 x 60,0 cm e os dois pilares centrais com seção circular de 130,0 cm de diâmetro, ligados por travessas em concreto armado já citadas anteriormente, e engastados nas fundações.

A drenagem das águas pluviais da ponte se dá por tubos de 100,0 mm espaçados longitudinalmente a cada 4,0 m, localizados juntos aos guarda rodas.

Figura 22 – Drenos e pingadeira – Proposta 1



7.2 Proposta 2: Longarinas Metálicas

7.2.1 Memoria justificativa

A superestrutura para a segunda opção de concepção estrutural é constituída por longarinas e transversinas em estrutura metálica, lajes pré-moldadas e lajes moldadas no local. O uso de elementos metálicos facilita a execução e reduz o prazo da obra, possibilitando assim a entrega antecipada da ponte. Dentre as vantagens das longarinas e transversinas metálicas pode-se citar:

- Possibilidade de montagem das longarinas metálicas juntamente com a infraestrutura e a mesoestrutura, reduzindo o tempo de execução obra;
- Longarinas mais leves em comparação com as de concreto, facilitando o içamento e a montagem das peças sobre as travessas;
- Montagem da superestrutura sem a necessidade de escoramento;
- Execução mais fácil e rápida das transversinas metálicas quando comparado com as de concreto moldado no local.

Como maior vantagem para utilização das lajes pré-moldadas está a não utilização de formas e escoramento.

A mesoestrutura é composta por pilares, travessas, alas e laje de aproximação. Os encontros são constituídos por uma travessa em “L” e alas para

confinamento do solo. A laje de aproximação evita que o solo nos encontros da ponte afunde provocando um “degrau” nesses encontros.

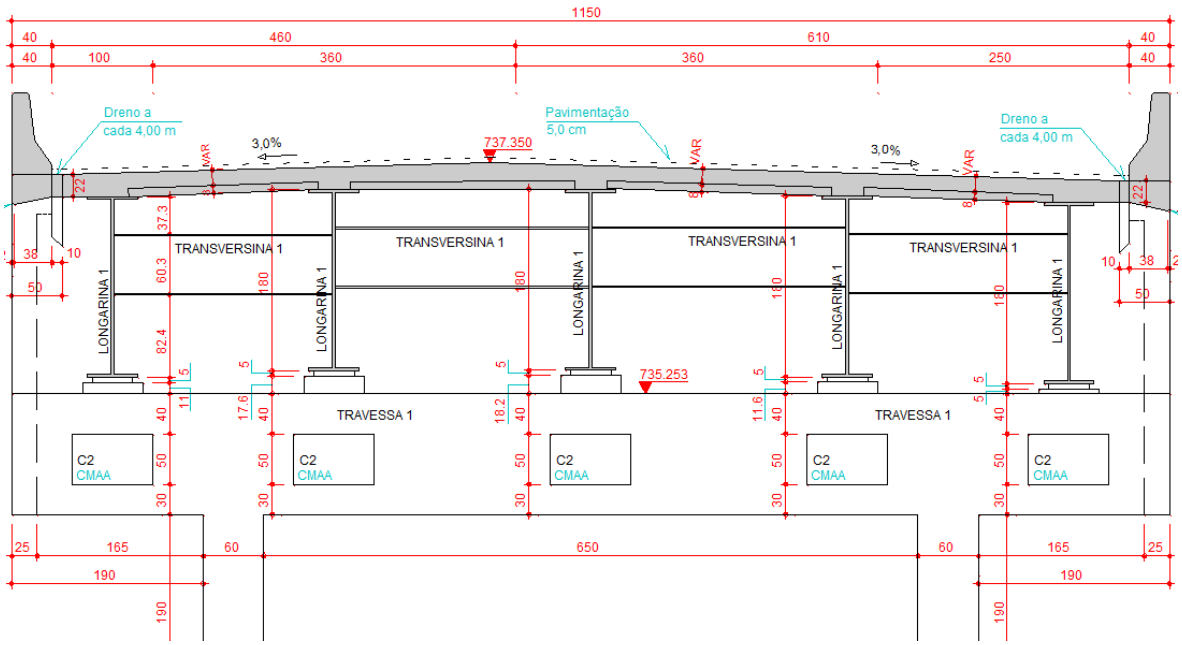
A solução de pilares e travessas se mostra mais adequada para pontes com longarinas metálicas devido a facilidade de execução e eficiência.

As eventuais substituições dos aparelhos de apoio serão feitas através da instalação de macacos hidráulicos sobre os consoles, levantando assim todas as longarinas simultaneamente.

7.2.2 Memoria descritiva

Ponte em estrutura mista de solução metálica e concreto com largura total de 11,50 m e comprimento longitudinal de 50,90 m. Longitudinalmente plana, tendo inclinação transversal de 3,0 % da divisa das vias para as extremidades, com a finalidade do escoamento das águas.

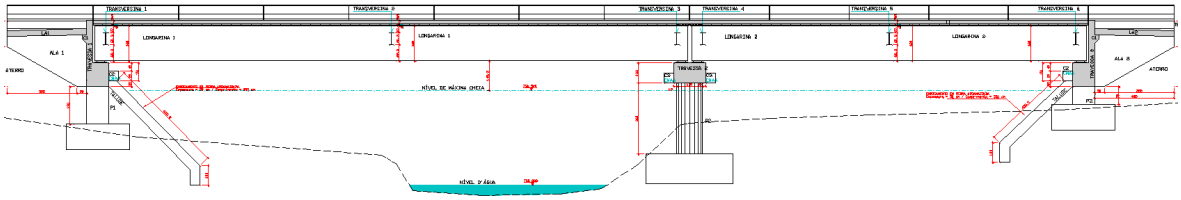
Figura 23 – Corte transversal da estrutura – Proposta 2



A obra da ponte é constituída pela superestrutura em grelha longitudinalmente contínua com o primeiro vão de 29,90 m e o segundo de 19,90 m, mantendo a altura das longarinas de 1,80 m e a das lajes de 0,22 m utilizando lajes pré-moldadas de 8,0 cm ao longo do tabuleiro.

As longarinas são em estrutura metálica e isostáticas autoportantes de inércia constante e apoiam diretamente sobre as travessas. A seção transversal da ponte é composta por cinco longarinas espaçadas em 1,875 m com marquises de 0,75 m nas extremidades do tabuleiro.

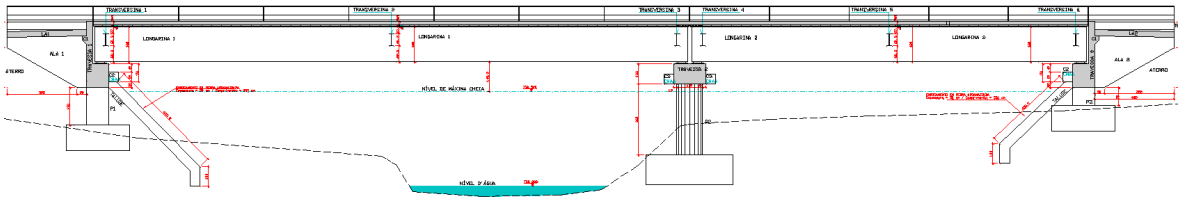
Figura 24 – Corte longitudinal – Proposta 2



7.2.3 Pré-dimensionamento – Solução 02

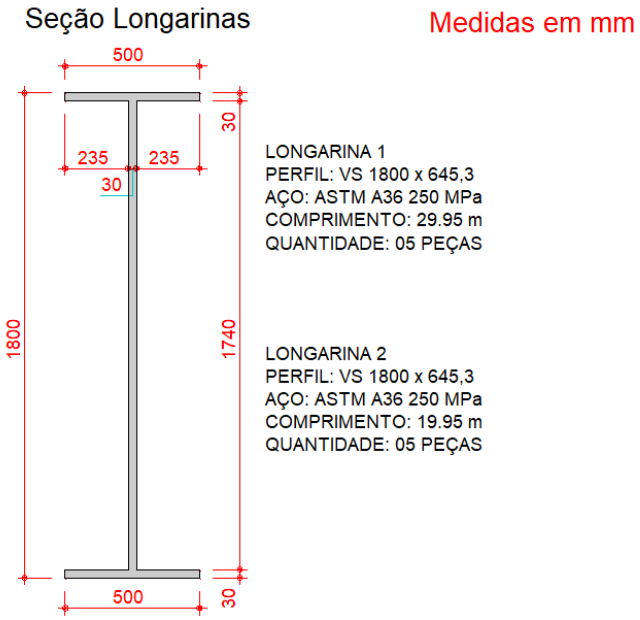
As longarinas são em estrutura metálica e isostáticas autoportantes de inércia constante e apoiam diretamente sobre as travessas. A seção transversal da ponte é composta por cinco longarinas espaçadas em 1,875 m com marquises de 0,75 m nas extremidades do tabuleiro, medidos em eixo.

Figura 25 – Corte longitudinal – Proposta 2



As longarinas são em estrutura metálica, com seção constante em perfil “I”, com largura de 50,0 cm e altura de 180,0 cm, adquiridas direto em fábrica fornecedora e levadas para o canteiro de obras para serem soldadas e içadas para a posição final da obra de arte.

Figura 26 – Detalhes das longarinas – Proposta 2

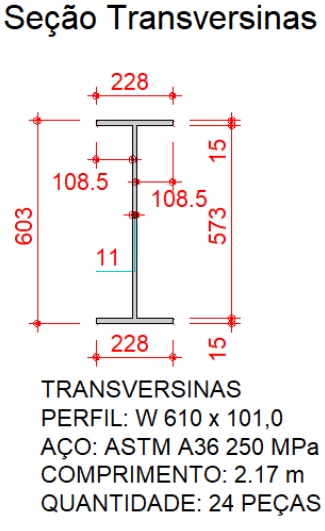


As ligações das longarinas com as travessas são articuladas com aparelho de apoio fretado.

Abaixo dos aparelhos de apoio existem blocos de nivelamento com alturas diferentes, para que o tabuleiro fique inclinado com o caimento de 3,0% da divisa das vias para as extremidades com a finalidade de escoamento das águas pluviais.

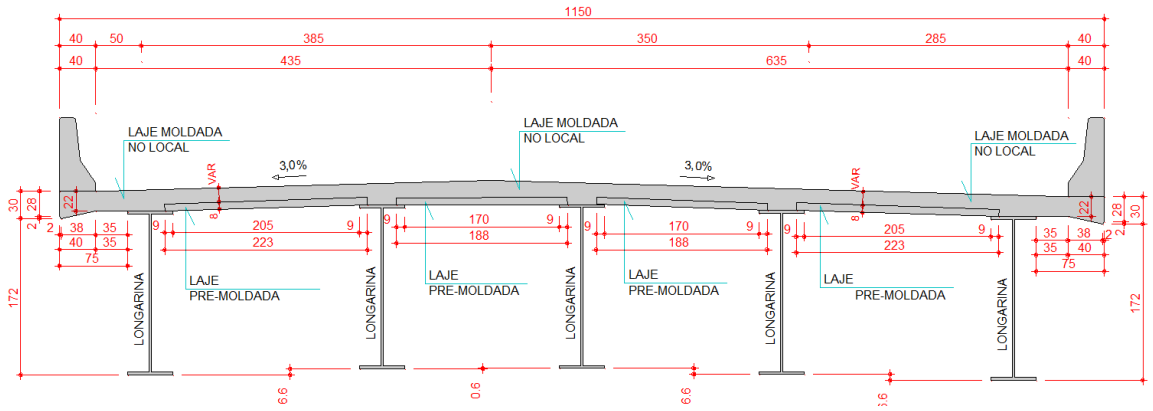
As transversinas também são em perfis metálicos, de seção retangular constante de 22,8 cm de largura e 60,3 cm de altura, localizadas nas extremidades das longarinas e no meio dos vãos.

Figura 27 – Detalhe das transversinas – Proposta 2



As lajes do tabuleiro possuem fck = 40 MPa, altura de 22,0 cm, utilizando de lajes pré-moldadas de 8,0 cm para fazerem o papel das formas das lajes maciças.

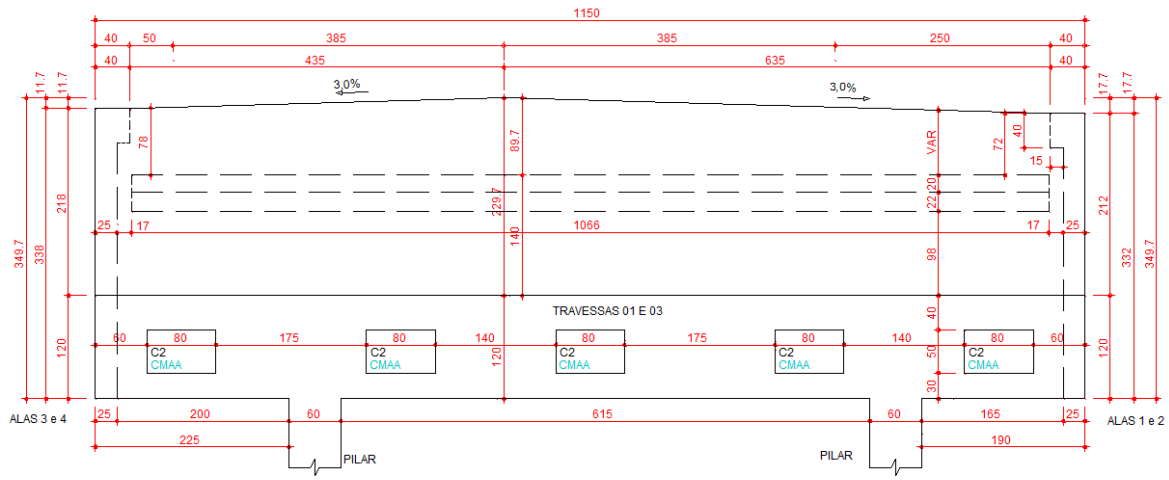
Figura 28 – Detalhe das lajes – Proposta 2



As travessas são em concreto armado moldado no local com fck = 30 MPa, posicionadas na entrada/saída da obra de arte com seção “L” de 110,0 cm de largura por 120,0 cm de altura no trecho inferior da peça e largura de 30,0 cm por altura variável de 212,0 cm a 218,0 cm no trecho superior da peça.

Devido aos aparelhos de apoio precisarem de manutenção e/ou troca, as travessas já foram preparadas com consoles para suportar o apoio do equipamento de manutenção.

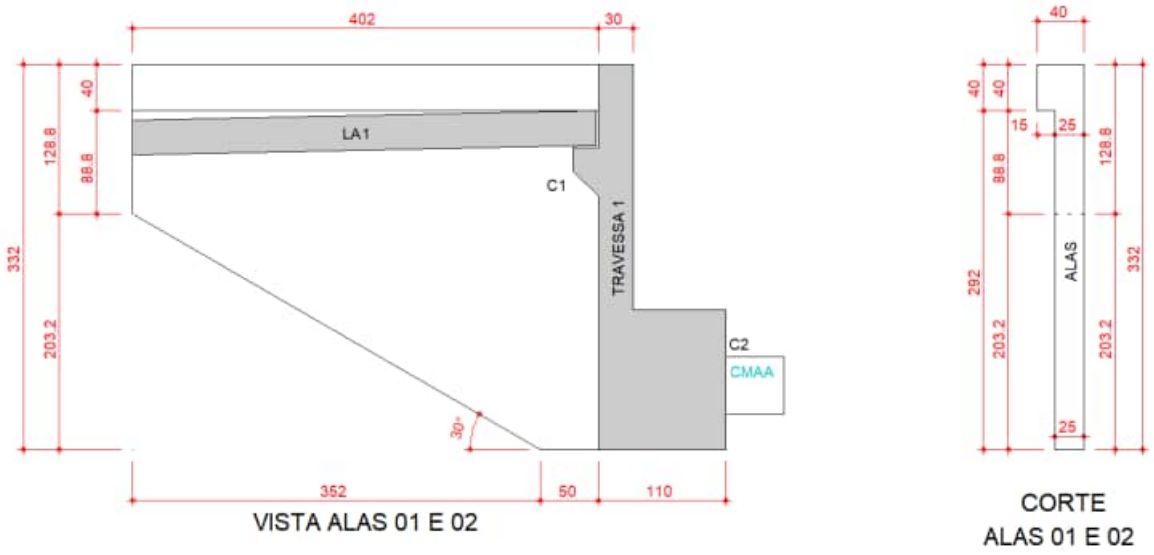
Figura 29 – Detalhe das travessas – Proposta 2



As alas são em concreto armado moldado no local com fck = 35 MPa, mas como a inclinação do tabuleiro não acontece de forma simétrica devido ao eixo da pista não ser o mesmo eixo da obra, as alas tem alturas diferentes. As alas menores

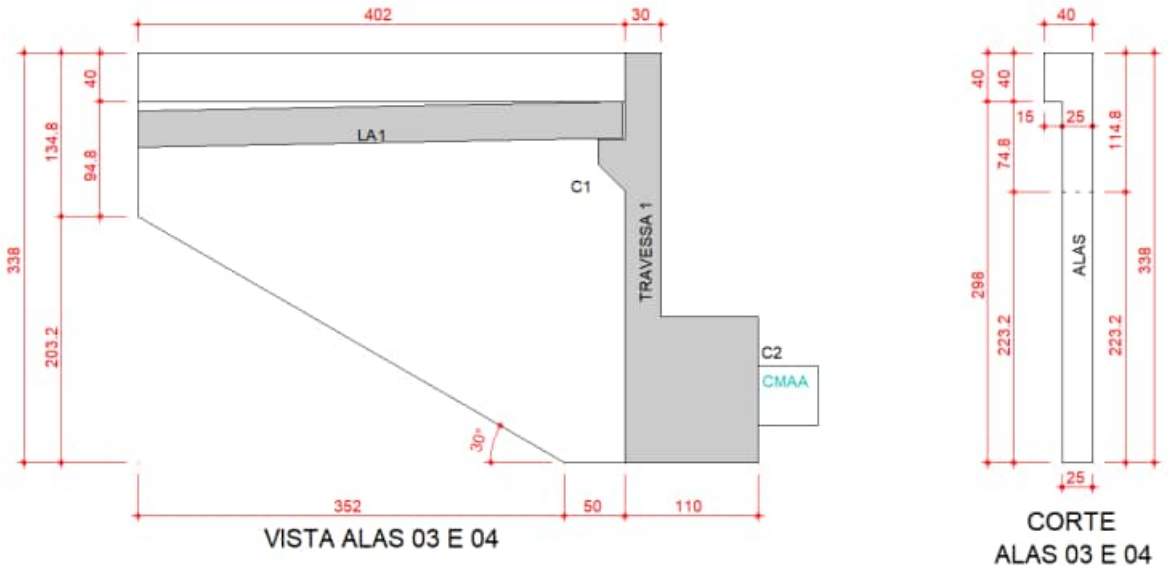
tem uma seção com altura variando de 128,8 cm até 332,0 cm e base variando de 25,0 cm até 40,0 cm:

Figura 30 – Detalhe alas menores – Proposta 1



Já as alas maiores tem uma seção com altura variando de 134,8 cm até 338,0 cm e base variando de 25,0 cm até 40,0 cm:

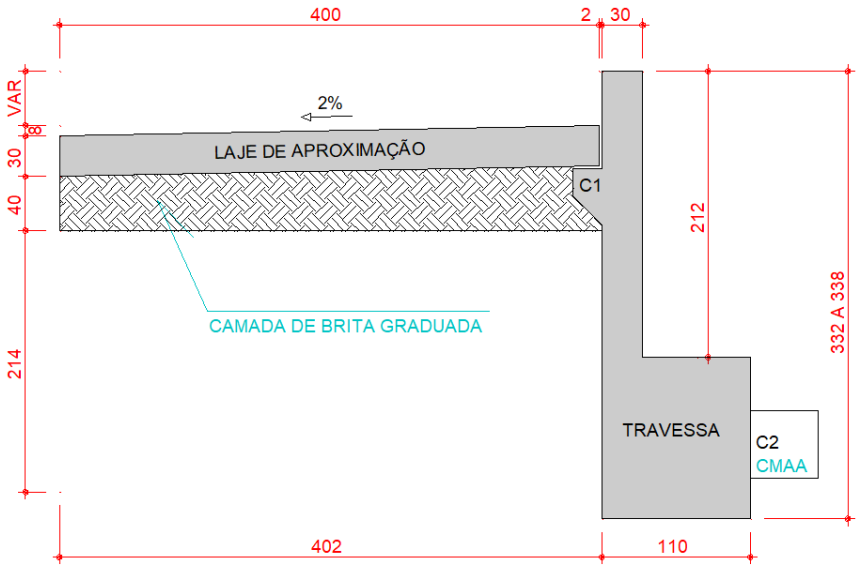
Figura 31 – Detalhe alas maiores – Proposta 1



Juntamente com as travessas de encontro, as alas têm a função de conter o solo no início e fim da obra de arte.

As lajes de aproximação são em concreto armado com fck = 30 MPa, espessura constante de 30,0 cm que apoiam sobre os consoles das travessas de entrada e sobre o solo aterrado contido na projeção das alas.

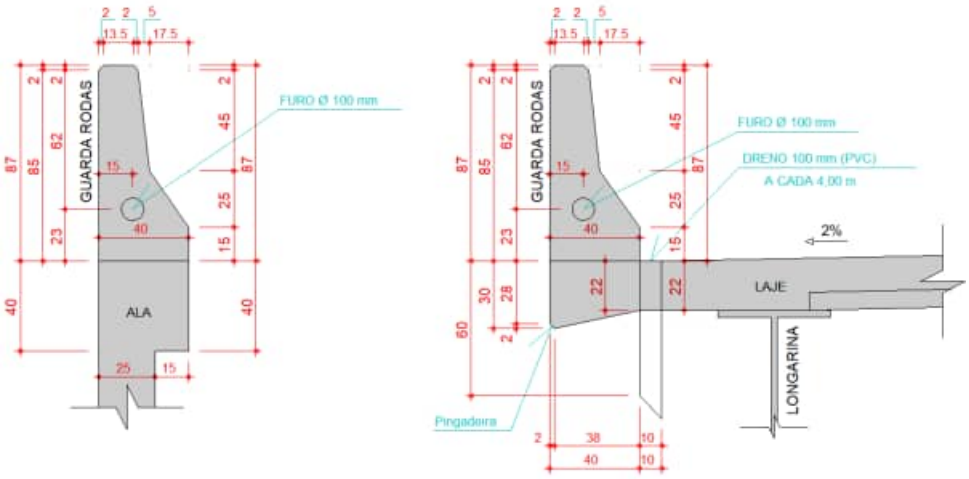
Figura 32 – Detalhe das lajes de aproximação – Proposta 2



A obra de arte possui 6 pilares de concreto armado moldado no local com fck = 30 MPa, sendo os quatro pilares das pontas com seção retangular de 110,0 x 60,0 cm e os dois pilares centrais com seção circular de 130,0 cm de diâmetro, ligados por travessas em concreto armado já citadas anteriormente, e engastados nas fundações.

A drenagem das águas pluviais da ponte se dá por tubos de 100,0 mm espaçados longitudinalmente a cada 4,0 m, localizados juntos aos guarda rodas.

Figura 33 – Drenos e pingadeiras – Proposta 2



7.3 Proposta Única: Blocos de concreto sobre Estacas Raiz

7.3.1.1 Memoria justificativa

Em resumo geral existem dois tipos distintos de fundações, rasas e profundas, sendo que para a obra de arte em questão a fundação do tipo rasa (sapatas) não é uma opção devido as primeiras camadas não estarem com uma camada resistente.

Já para as fundações profundas temos as opções de bloco sobre estacas ou tubulão, só que as fundações do tipo tubulão não podem ser utilizadas levando em consideração das condições de periculosidade durante o processo executivo.

Nas fundações do tipo blocos sobre estacas pode se utilizar distintos tipos de estacas, sendo mais comum para este tipo de obra os blocos sobre:

- Estaca metálica;
- Estaca hélice contínua;
- Estaca Wirth;
- Estaca raiz.

As estacas do tipo metálicas podem ser cravadas até chegar na rocha, porém não é possível entrar na rocha com esse tipo de estaca.

As estacas do tipo hélices contínuas podem perfurar camadas de solo com números de golpes (SPT) até no máximo 50, mas igualmente às estacas metálicas também não é possível entrar em camadas de rocha.

Abaixo estão descritos os comprimentos do trecho de solo e de rocha para cada laudo de sondagem:

Tabela 1 - SM - Trechos de solo e de rocha

Unid. em metros	SM-2.1	SM-2.2
Trecho de solo	14,50	15,00
Trecho de rocha	5,50	5,50
Profundidade	20,00	20,50

Observa-se que os laudos de sondagens apresentam camadas de solo com um grande comprimento e uma resistência baixa, podendo as estacas metálicas ou hélices atravessar até chegar na camada rochosa, só que devido à baixa resistência geotécnica resulta em uma quantidade excessiva de estacas. só que as camadas tem resistência muito baixa.

Com a profundidade limite de 14,0 m que é antes do encontro com a rocha devido a limitação de penetração dos perfis, obtém-se uma resistência geotécnica de 24,04 Tf e consequentemente blocos de 18 a 27 estacas, o que é excessivo. Por isso não foi considerado como comparação de soluções de infraestrutura:

Ponta	Prof. (cm)	SPT	K	α	Carga (tf)	ϕ
	100	23	2.3	0.034	Nf= 6.0	Silte argiloso
	200	17	2.3	0.034	Nf= 4.4	Silte argiloso
	300	18	2.3	0.034	Nf= 4.7	Silte argiloso
	400	28	2.3	0.034	Nf= 7.3	Silte argiloso
	500	11	2.3	0.034	Nf= 2.9	Silte argiloso
	600	9	2.5	0.030	Nf= 2.2	Silte argila-arenoso
	700	6	2.5	0.030	Nf= 1.5	Silte argila-arenoso
	800	5	2.5	0.030	Nf= 1.2	Silte argila-arenoso
	900	5	2.5	0.030	Nf= 1.2	Silte argila-arenoso
	1000	7	2.5	0.030	Nf= 1.7	Silte argila-arenoso
	1100	7	2.5	0.030	Nf= 1.7	Silte argila-arenoso
	1200	5	2.5	0.030	Nf= 1.2	Silte argila-arenoso
	1300	7	2.5	0.030	Nf= 1.7	Silte argila-arenoso
	1400	7	2.5	0.030	Nf= 1.7	Silte argila-arenoso
x	Ponta	30	6.0	0.030	Np= 8.4	Rocha

Capacidade Geotécnica + (tf)	
N=	24.04

Capacidade Geotécnica - (tf)	
N=	-13.89

Já com as estacas do tipo raiz ocorre a penetração em rocha, e no cálculo foi encontrada uma resistência geotécnica de 62,83 Tf resultando em uma menor quantidade de estacas, já que as cargas de trabalho das estacas mais solicitadas foram de 53,57 Tf. No item 7.3.1.3 está apresentado o pré-dimensionamento das estacas.

Uma terceira opção são estacas do tipo Wirth mas que tem grandes diâmetros, apresentando um custo de execução altíssimos e muito superior as estacas do tipo raiz que é a mais indicada nesta condição geotécnica.

Por conta das condições de solo e devido ao nível da d'água ser mais alta conforme apresentados nos laudos de sondagens, a melhor solução para as fundações é bloco sobre estaca raiz. As estacas do tipo raiz podem perfurar camadas de solo e de rocha, podendo ser executadas mesmo com a presença de água.

7.3.1.2 Memoria Descritiva

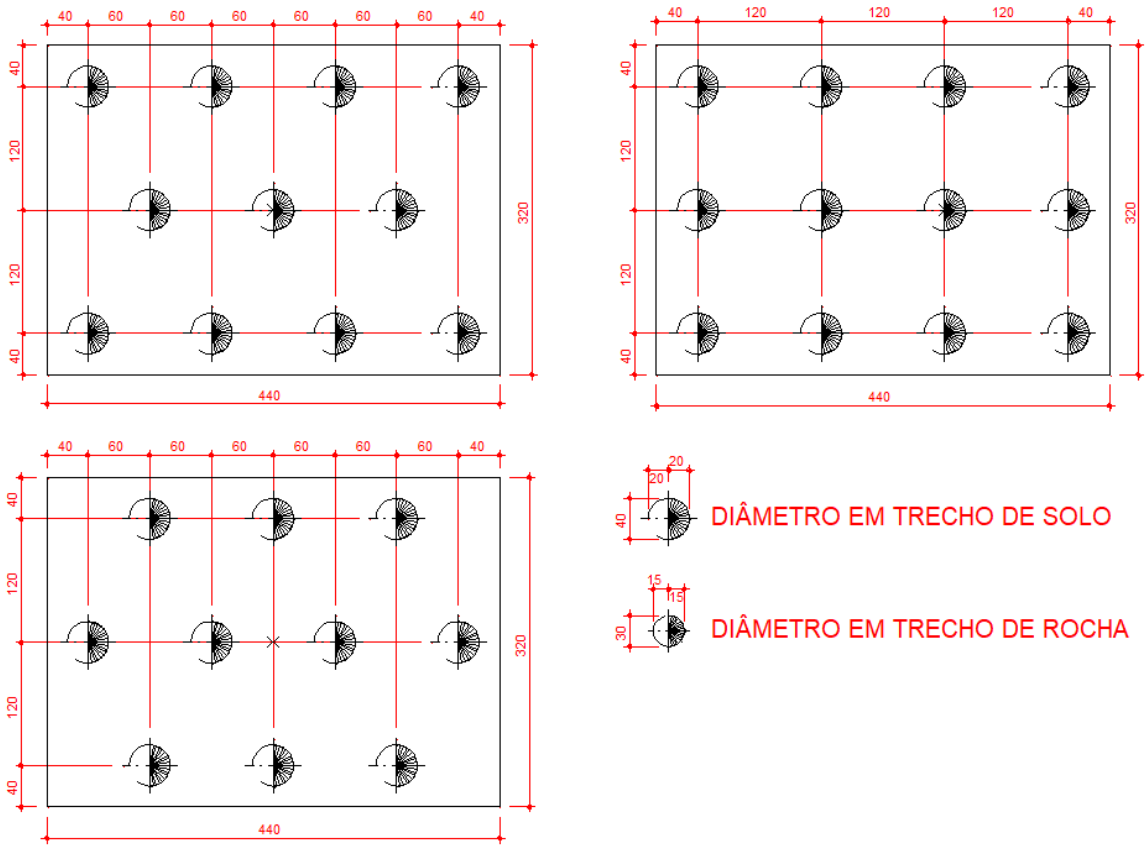
Para o estudo de concepção das fundações foi utilizado o estudo de concepção estrutural da proposta 1 em longarinas de concreto pré-moldado que foi o mais vantajoso.

A infraestrutura da ponte para a proposta única de fundação são blocos de concreto sobre estacas do tipo RAIZ com diâmetro de 40,0 cm e comprimento das estacas de 12,0 metros na camada de solo, e diâmetro de 30,0 cm com comprimento de 5,0 metros na camada de rocha. Os blocos possuem fck = 30 MPa e as estacas com fck = 20 MPa.

A seguir as seções e profundidades das fundações para cada pilar:

- Pilar 1: Bloco de 440x320 cm e altura de 160 cm sobre 11 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 17,0 m;
- Pilar 2: Bloco de 440x320 cm e altura de 160 cm sobre 12 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 17,0 m;
- Pilar 3: Bloco de 440x320 cm e altura de 160 cm sobre 10 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 17,0 m;
- Pilar 4: Bloco de 440x320 cm e altura de 160 cm sobre 11 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 17,0 m;
- Pilar 5: Bloco de 440x320 cm e altura de 160 cm sobre 12 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 17,0 m;
- Pilar 6: Bloco de 440x320 cm e altura de 160 cm sobre 10 estacas de 40 cm de diâmetro com profundidade mínima de 17,0 m;

Figura 34 – Detalhe dos blocos de fundação



7.3.1.3 Pré-dimensionamento Estacas

Para se chegar no diâmetro e profundidades das estacas de fundações desta obra de arte foi utilizado o método de cálculo de “Cabral e Antunes”, devido a existência de rocha.

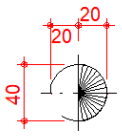
As sondagens foram realizadas de acordo com as indicações prescritas na norma NBR 6484:2020, bem como os procedimentos estabelecidos para o desenvolvimento em rocha dura e muito dura.

Em recomendação da instrução de projeto IP-20, o desenvolvimento em rocha deverá prosseguir no mínimo 5,0 m de profundidade com recuperação nos últimos 3,0 m acima de 90%, porém, durante a execução da sondagem SM-2.1 verificou que a profundidade alcançada chegou à 20,00 m, com rocha nos últimos 5,5 m e com percentual de recuperação considerável. Já no laudo SM-2.2 chegou em 20,50 m com percentual de recuperação da rocha em 90 % nos últimos 5,5 m conforme prescrito na IP-20.

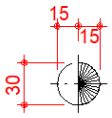
Os critérios utilizados no projeto de fundações para as estacas do tipo raiz são baseados em análises rigorosas obtidas nas capacidades geotécnicas vindas das sondagens.

Mesmo sabendo da indicação do grau de recuperação na instrução de projeto IP-20 da GOINFRA, a profundidade utilizada em projeto foi suficiente para garantir de forma adequada as características mecânicas como resistência a compressão e/ou outros relevantes, permitindo a correta aplicação dos parâmetros nos cálculos estruturais.

O pré-dimensionamento foi elaborado para estacas do tipo RAIZ com diâmetro nominal de 40 cm e diâmetro mínimo externo do tubo de revestimento de 35,5 cm conforme especificado na NBR 6122/2022, anexo K, item K.3.1, tabela K.1. A consideração no cálculo foi do diâmetro de 30 cm em toda a profundidade das estacas devido ao método executivo, já que atravessam uma primeira camada de solo e já entram em uma segunda camada que é a rocha, desconsiderando por completo qualquer resistência na primeira camada de solo. Para efeito de pré-dimensionamento, utilizou-se no cálculo o menor diâmetro alcançado dentre as duas camadas, que é de 30,0 cm em camadas de rocha, com profundidades de 12,0 m em solo e 5,0 m em rocha, mantendo o fck = 20 MPa. No cálculo somente os 5,0 m em rocha é que são considerados para o método “Cabral e Antunes”.



DIÂMETRO EM TRECHO DE SOLO



DIÂMETRO EM TRECHO DE ROCHA

O cálculo da resistência geotécnica foi feito utilizando o método de “Cabral e Antunes”, considerando apenas a capacidade de carga do trecho em rocha conforme indicado no próprio método, utilizando tipo de rocha encontrada que foi o micaxisto e uma classificação da rocha como “Alterada”. A tensão de ponta foi limitada ao valor máximo do método, que é de 8,0 Mpa e o fator de segurança (FS) igual a 3, também orientado pelo método de cálculo.

Utilizando destes dados de entrada obtém-se uma resistência geotécnica de cada estaca de 62,83 Tf.

Dados de entrada	
Φ_{Est} (cm)	30.0
L_{Est} (m)	5.0
Fck (MPa)	20.0
Tipo de Rocha	Ardósias e xistos
Alteração	Alterada
Limp. e Qualid.	3
EQ_{RS_FP}	3.50%
FS	3.0

Tipo de Rocha	Resistência a compressão simples da rocha - σ_c (MPa)		
Basalto, gnaisses e granito	70	a	250
Ardósias e xistos	40	a	90
Arenitos, cacários e silitítos	30	a	80

Alteração de Rocha	Coeficiente de correlação - β_p		
Muito Alterada	0.07	a	0.13
Alterada	0.24	a	0.36
Pouco alterada e sã	0.48	a	0.60

Cálculos	
A_P (cm²)	706.86
U (cm)	94.25
σ_c (MPa)	40.00
β_P	0.24
σ_P (MPa)	8.00
σ_L (MPa)	0.28

Nível de confiança da ponta e qualidade da rocha de apoio		Embutimento em rocha - L_{emb} (m)
Garantia de limpeza da ponta e da qualidade da rocha de apoio	1	0.2
Possibilidade da qualidade da rocha de apoio ser menor que a do final da perfuração	2	0.6
Dúvidas quanto a limpeza da ponta e da qualidade da rocha de apoio	3	1.2

Cargas de ruptura	
Q_P (tf)	56.55
Q_L (tf)	131.95
Q_R (tf)	188.50
Q_{adm} (tf)	62.83

RESISTÊNCIA CALCULADA

Q_{adm} (tf)	62.83

Para a definição da quantidade de estacas foram utilizados os esforços verticais, esforços horizontais e momentos fletores provenientes da meso e superestrutura, dividindo a resultante desses esforços característicos pela capacidade geotécnica das estacas mostrada acima, resultando no número de estacas necessárias.

Como as cargas de trabalho das estacas mais solicitadas foram de 53,57 Tf, e que são as estacas das fundações do pórtico central, afirma-se que a resistência do solo é alta ao ponto de absorver aos esforços realizados nos cálculos estruturais, já que no cálculo foi encontrada uma resistência geotécnica de 62,83 Tf, desta forma, está garantida a segurança e qualidade necessárias para o projeto em questão.

7.4 Escolha das Concepções

Com base neste documento aqui apresentado, entende-se que tecnicamente as duas propostas de soluções de estrutura são equiparáveis, sempre atendendo aos normativos vigentes. Sendo a escolha técnica o fator determinante dentre as propostas apresentadas, para verificação da opção com maior vantajosidade.

Cada solução apresentada tem suas vantagens, e ambas as soluções apresentam um volume de escoramento e também o prazo de execução da obra como pontos positivos. A solução em longarinas metálicas apresenta um menor peso dos elementos estruturais com uma maior rapidez de execução, sendo que a solução em longarinas de concreto pré-moldadas mostra uma padronização com as demais obras no estado e com uma maior facilidade de execução.

Com base em dados de outras obras aprovadas no próprio órgão e sabendo que a solução em concreto é mais viável economicamente, associado também a uma melhor logística, a melhor opção é a Proposta 1 para a superestrutura combinada com a Proposta única de fundação, ou seja:

- ✓ Longarinas pré-moldadas protendidas;
- ✓ Fundação em bloco de concreto armado sobre estaca raiz.

Para a obtenção dos consumos de aço CA-50 e para as peças protendidas de aço CP, foi realizada uma busca nos projetos já realizados por esta projetista de onde se extraiu os dados apresentados a seguir:

CONSUMOS - OBRAS LONGARINAS PRÉ-MOLDADAS

Elementos	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	Obra 6	Obra 7	Obra 8	Obra 9	Obra 10	Média
Estaca Raiz (kg/m)	14	25	14	17		18		19	11	16	17
Blocos	60	71	57	50	61	64	49	51	60	55	58
Pilares	88	85	93	55	309	60	433	85	156	52	142
Travessas / alas / cortinas	171	168	135	142	99	158	176	211	262	166	169
Longarinas (CA-50)	146	181	200	183	174	160	183	161	124	176	169
Longarinas (CP)	41	38	47	65	46	65	52	45	44	45	49
Transversinas	140	120	145	134	130	172	226	140	123	117	145
Pré lajes	325	319	550	360	209	204	193	299	340	272	307
Lajes	108	94	184	81	148	169	97	100	102	95	118
Laje de Transição	137	122	145	72	80	87	89	55	114	154	106
New Jerseys	89	84	71	87	86	86	73	118	90	89	87

Obra 1: Ponte Rio Murere Vazante I - BR-158/MS - DNIT
Obra 2: Ponte Rio Pintado - GO-154 - GOINFRA
Obra 3: Viaduto BR-324 (Feira de Santana) - DNIT
Obra 4: Ponte Ribeirão Água Limpa - CODEVASF
Obra 5: Viaduto acesso ARAUCO MS-377 - AGESUL
Obra 6: Viaduto GO-139 com GO-213 - GOINFRA
Obra 7: Viaduto GO-020 com GO-536 - AGETOP
Obra 8: Viaduto SINOP - P.M. Sinop
Obra 9: Ponte Av. Cidade Livre - P.M. Aparecida de Goiânia
Obra 10: Ponte Rio Aquidauana - BR-419/MS - DNIT

CONSUMOS - OBRAS LONGARINAS MOLDADAS IN LOCO

Elementos	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4	Obra 5	Obra 6	Obra 7	Obra 8	Obra 9	Obra 10	Média
Estaca Raiz (kg/m)	13	28		29	9	19	9			8	16
Blocos	69	117	50	56	56	58	74			96	72
Pilares	66	65	55	68	93	79	71	101	105	62	77
Travessas	190	199	180	211	217	194	193	167	167	198	192
Longarinas (CA-50) - sem protensão					230			178	177		195
Longarinas (CA-50)	137	168	110	136		127	114			170	137
Longarinas (CP)	50	40	41	44		33	42			40	41
Transversinas / alas / cortinas	186	194	209	202	240	200	195	180	180	198	198
Laje de Transição	102	91	123	146	80	147	91	85	85	91	104
Lajes	116	98	105	151	156	167	116	148	148	100	131
New Jerseys	87	82	88	96	87	97	90	77	77	82	86

Obra 1: Ponte Ribeirão Olhos d´água GO-460 - GOINFRA
Obra 2: Ponte Córrego Bandeirantes GO-336 - GOINFRA
Obra 3: Ponte Córrego Retiro GO-221 - GOINFRA
Obra 4: Ponte Córrego São Bernanrdo GO-108 - GOINFRA
Obra 5: Ponte Córrego dos Macacos GO-236 - GOINFRA
Obra 6: Ponte Córrego Palmeiras GO-108 - GOINFRA
Obra 7: Ponte Ribeirão Andorinhas GO-139 - GOINFRA
Obra 8: Ponte Córrego Lajeado BR-419/MS - DNIT
Obra 9: Ponte Córrego Mambuca BR-419/MS - DNIT
Obra 10: Ponte GO-156 - GOINFRA

8 PROJETO ESCOLHIDO

Como tecnicamente e economicamente foram apontadas as melhores soluções da infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura sendo:

- ✓ Vigas pré-moldadas;
- ✓ Fundação em bloco de concreto armado sobre estaca raiz.

Abaixo está a lista com os nomes dos arquivos das pranchas que estão na pasta “EDITÁVEIS” em anexo e também no volume 2-A.

NOME DO ARQUIVO	VERSÃO	DATA	CONTEÚDO
26_002-001-IMP-AP	R01	13/03/2026	Implantação
26_002-002-FUN-AP	R00	05/02/2026	Fundação
26_002-003-FOR-AP	R00	05/02/2026	Planta de Formas e Detalhes
26_002-004-COR-AP	R01	05/03/2026	Corte Longitudinal
26_002-005-COR-AP	R00	05/02/2026	Corte Transversal

9 ORÇAMENTO

Para a elaboração do orçamento da melhor solução de estrutura e de fundação, utilizou-se os seguintes parâmetros:

- ✓ Tabela GOINFRA
- ✓ Tabela SICRO
- ✓ Consumos de aço informados no item 7.4 deste relatório
- ✓ As fontes dos insumos e suas distâncias de transporte foram obtidas junto a projetista da rodovia.

9.1 Planilha orçamentária

GO INFRA	ORÇAMENTO - CONCEPÇÃO - PRÉ-MOLDADO			Data Base:	
	PONTE RIBEIRÃO CAPIVARA- GO-462	m² obra:	575.0	Tabela GOINFRA T-325 (DEZ/25) Tabela SICRO GO (Out/25)	
Código	Descrição	Unid.	Quant.	Pç. Unit.	Pç. Total
1	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS				R$ 4,567,874.13
	Serviços Preliminares				
	Escavação				*R$ 47,540.01*
45005	ESCAVAÇÃO MANUAL MAT. 1ª CAT.	m3	285.77	119.08	34,029.25
45430	REATERRO APILOADO DE VALAS	m3	150.59	89.72	13,510.76
	Infra-Estrutura Estacas Raiz				*R$ 1,245,613.07*
45266	ESTACA RAIZ PERFURADA NO SOLO - D = 40 cm	m	792.00	366.02	289,887.84
45275	ESTACA RAIZ PERFURADA NA ROCHA - D = 31 cm	m	330.00	1,933.65	638,104.50
45291	ARRASAMENTO DE ESTACAS DE CONCRETO	m3	8.29	740.93	6,142.31
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	19,074.00	16.33	311,478.42
	Infra-Estrutura Blocos				*R$ 278,170.19*
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	145.92	219.84	32,079.05
45154	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK=30 MPA	m3	135.18	855.51	115,647.84
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	7,840.44	16.33	128,034.39
45050	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	4.20	573.55	2,408.91
	Meso-Estrutura				*R$ 503,289.62*
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	401.75	219.84	88,320.72
45154	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK=30 MPA	m3	92.71	855.51	79,314.33
SICRO - 1109680	Argamassa para reparos e graouteamento	m³	0.36	4,906.18	1,766.22
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	15,274.33	16.33	249,429.81
45235	NEOPRENE	Kg	410.26	72.43	29,714.87
45135	ESCORAMENTO PARA PONTE	m3	395.09	138.56	54,743.67
	Super-Estrutura (Longarina)				*R$ 1,289,797.48*
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	1,195.60	219.84	262,840.70
45157	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK=40 MPA	m3	164.60	907.64	149,397.54
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	27,817.40	16.33	454,258.14
45701	FORNECIMENTO, CORTE E COLOCAÇÃO DE CABO CP-190 RB D=12,7mm C/ ADERÊNCIA	Kg	8,065.40	17.02	137,273.11
45735	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE ANCORAGENS ATIVAS, PROTENSÃO E INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO (12 CORDOALHAS D=12,7mm) - MAC	un	80.00	1,668.95	133,516.00
45725	FORNECIMENTO, CORTE E COLOCAÇÃO DE BAINHA METÁLICA D=80,0mm P/ 12 CORDOALHAS (D=15,2mm) - MAC	m	776.00	42.29	32,817.04
45050	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	15.00	573.55	8,603.25
42856	ENROCAMENTO DE PEDRA ARGAMASSADA	m3	45.00	348.58	15,686.10
SICRO - 3806420	Lançamento de viga pré-moldada de até 500kN com utilização de guindaste	und.	10.00	5,307.12	53,071.20
SICRO - 5915400	Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t	und.	10.00	4,233.44	42,334.40
SICRO - 5915326	Transporte em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t - rodovia em revestimento primário	km	0.00	83.00	0.00

	Super-Estrutura (Laje + Transversina + Alas)				*R$ 831,825.59*
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	572.72	219.84	125,906.76
45157	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK=40 MPA	m3	143.26	907.64	130,028.51
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	21,806.80	16.33	356,105.04
45135	ESCORAMENTO PARA PONTE	m3	1,188.00	138.56	164,609.28
45151	TRANSLADO, LANÇAMENTO E POSICIONAMENTO DE PRÉ-LAJES	un	400.00	137.94	55,176.00
	Laje de Transição				*R$ 71,860.75*
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	17.92	219.84	3,939.53
45154	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK=30 MPA	m3	26.26	855.51	22,465.69
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	2,783.56	16.33	45,455.53
	Barreira Rígida (New Jersy)				*R$ 106,477.04*
45038	FORMA CHAPA COMPENSADA PLASTIFICADA 17 mm - UTILIZAÇÃO 1X (CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA)	m2	204.16	219.84	44,882.53
45154	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL FCK=30 MPA	m3	27.06	855.51	23,150.10
45155	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS)	Kg	2,354.22	16.33	38,444.41
	Transportes				*R$ 62,446.27*
47050	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BÁSICO	tkm	0.00	1.76	0.00
40451	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO	tkm	38,514.91	0.90	34,663.42
45205	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - OAE	tkm	28,642.11	0.97	27,782.85
45206	TRANSPORTE DE PRÉ MOLDADOS EM CAMINHÃO PRANCHA 3 EIXOS - CAP. 30 T	tkm	0.00	0.90	0.00
40436	TRANSPORTE LOCAL DE CONCRETO	m3km	0.00	2.59	0.00
	Diversos				*R$ 130,854.11*
45230	DRENOS 100 MM	un	26.00	10.82	281.32
45575	GEOTEXTIL - BIDIM RT-16 OU EQUIVALENTE	m2	322.52	11.81	3,808.96
42856	ENROCAMENTO DE PEDRA ARGAMASSADA	m3	322.52	348.56	112,424.02
SICRO - 0307064	Lábios poliméricos em junta de pavimento de concreto - L = 20 mm e H = 30 mm - confecção e assentamento	m	23.00	43.84	1,008.32
SICRO - 0307735	Junta de dilatação em elastômero e perfil VV - L = 35 mm e H = 60 mm - fornecimento e instalação	m	23.00	579.63	13,331.49

9.2 Cronograma

CRONOGRAMA FISICO-FINANCEIRO
PONTE RIBEIRÃO CAPIVARA- GO-462

	ATIVIDADES	VALOR ETAPA	1º MÊS	2º MÊS	3º MÊS	4º MÊS	5º MÊS	6º MÊS	7º MÊS	8º MÊS
FÍSICO	Serviços Preliminares	R$ 47,540.01	R$ 47,540.01							
			100.00%							
	Infra-Estrutura	R$ 1,523,783.26	R$ 457,134.98	R$ 457,134.98	R$ 609,513.30					
			30.00%	30.00%	40.00%					
	Meso-Estrutura	R$ 503,289.62		R$ 150,986.89	R$ 150,986.89	R$ 201,315.85				
				30.00%	30.00%	40.00%				
	Superestrutura	R$ 2,362,407.13				R$ 472,481.43	R$ 472,481.43	R$ 708,722.14	R$ 708,722.14	
						20.00%	20.00%	30.00%	30.00%	
	Diversos	R$ 130,854.11							R$ 65,427.06	R$ 65,427.06
									50.00%	50.00%
	TOTAL	R$ 4,567,874.13								
FINANCEIRO	Parcial (R$)		R$ 504,674.99	R$ 608,121.88	R$ 760,500.19	R$ 673,797.27	R$ 472,481.43	R$ 708,722.14	R$ 774,149.19	R$ 65,427.06
	Percentual Parcial (%)		11.05%	13.31%	16.65%	14.75%	10.34%	15.52%	16.95%	1.43%
	Acumulado (R$)		R$ 504,674.99	R$ 1,112,796.85	R$ 1,873,297.04	R$ 2,547,094.32	R$ 3,019,575.74	R$ 3,728,297.88	R$ 4,502,447.08	R$ 4,567,874.13
	Percentual Acumulado (%)		11.05%	24.36%	41.01%	55.76%	66.10%	81.62%	98.57%	100.00%

Tabela GOINFRA T-325 (DEZ/25) Tabela SICRO GO (Out/25)

9.3 Memorial de cálculo dos quantitativos

MEMORIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - PONTE RIBEIRÃO CAPIVARA - GO-462

ESCAVAÇÃO E REATERRO

O volume de escavação é estimado a partir da dimensão do bloco, assim como a profundidade da escavação

Comprimento C:	3.20	m	0.00	m		m		m				
Largura L:	4.40	m	0.00	m		m		m				
Altura do Bloco/sapata H:	1.80	m	0.00	m		m		m				
Quant. Blocos/sapatas Q:	6.00		0.00									
Altura de Escavação A:	2.10	m	0.50	m		m		m				
Folga Mat. 1ª F1:	0.50	m	0.50	m		m		m				
Folga Mat. 3ª F2:		m		m		m		m				
Inclinação Mat. 1ª I1:	0.00											
Inclinação Mat. 3ª I2:	0.00											
Vol. Material 1ª Cat..*	285.77	m³	0.00	m³	0.00	m³	0.00	m³				
Vol. Material 3ª Cat..**		m³	0.00	m³	0.00	m³	0.00	m³				
Escoramento (sim/não)	NÃO		NÃO		NÃO		NÃO					
Área de Escoramento ***	0.00		0.00		0.00		0.00					

Quadro final de valores	
Volume de escavação 1ª Cat	285.77
Volume de escavação 3ª Cat	0.00
Volume de reaterro****	150.59
Escoramento Contínuo	0.00
Ensecadeira	0.00
Enchimento em Argila	0.00

* Vol 1ª = (((C+2*F1)*(L+2*F1)+((C+2*F1)*(L+2*F1)*((A-H)*I1*2))/2)*(A-H)*Q

** Vol 3ª = (C+2*F2)*((L+2*F2)*H

*** Escor = (2*(C+2*F1)+2*(L+2*F1))*A*Q

**** Vol reat = Vol escav - Vol Conc. Sapata

ESTACAS RAIZ DIÂMETRO 40cm

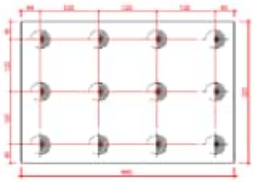
Bloco	B1	B2	B3	B4	B5	B6	Total
Quant.	11	12	10	11	12	10	66.00
Comp. Solo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	72.00
Total Solo	132.00	144.00	120.00	132.00	144.00	120.00	792
Comp. Rocha	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	30.00
Total Rocha	55.00	60.00	50.00	55.00	60.00	50.00	330.00

Quadro final de valores	
Armadura CA50	19,074.00
Armadura CA60	0.00
Estaca Raiz Solo	792.00
Estaca Raiz Rocha	330.00
Arrasamento de Estacas	8.29

Consumo de Aço CA-50	17.00	kgxm³	Total de Aço CA-50	19,074.00	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm³	Total de Aço CA-60	0.00	kg

Quant. Estacas: 66.00 un Ø = 0.40 m Comp. Arrasamento: 1.00 m Vol. De Arasamento: 8.29 m³

Blocos



Comprimento da dimensão A	A=	3.20	metros
Comprimento da dimensão B	B=	4.40	metros
Comprimento da altura H	H=	1.60	metros
Quantidade de blocos centrais	n=	6.00	blocos

O volume de concreto dos blocos é expresso por: Vc=A*B*H

Vc= 22.53 m³/bloco Como há n blocos: Vc,f= 135.18 m³

O volume do concreto p/ regularização (lastro) é expresso por: Vc,r= 0,05*A*B

Vc,r= 0.70 m³/bloco Como há n blocos: Vc,f= 4.20 m³

A área de formas dos blocos é expressa por: Af= 2*(A+B)*H

Af= 24.32 m²/bloco Como há n blocos: Af,f= 145.92 m²

Consumo de Aço CA-50	58.00	kgxm³	Total de Aço CA-50	7,840.44	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm³	Total de Aço CA-60	0.00	kg

Quadro final de valores	
Volume de concreto (sobras):	135.18
Volume de lastro	4.20
Área de formas	145.92
Armadura CA50	7,840.44
Armadura CA60	0.00

PILARES

Seção transversal Retangular

Largura 1:	1.10	metros	
Largura 2:	0.60	metros	
Quantidade de pilares	4.00	unid.	
Somatório das alturas do pilar*:	L=	7.60	metros

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	14.58
Área de formas	55.25
Armadura CA50	2,070.36
Armadura CA60	0.00

Seção transversal Circular

Ø do Pilar	1.30	metros	
Quantidade de pilares	2.00	unid.	
Somatório das alturas do pilar*:	L=	7.20	metros

*Altura total - altura da travessa

O volume de concreto total do pilar é expresso por: Vc= (L*(Ø)²*π/4)+(L1*L2*L)

Vc= 14.58 m³

A área de forma total do pilar é expresso por: Af= L*(Ø)*π)

Vf= 55.25 m²

Consumo de Aço CA-50	142.00	kgxm³	Total de Aço CA-50	2,070.36	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm³	Total de Aço CA-60	0.00	kg

TRAVESSAS

TRAVESSAS CENTRAIS

Comprimento da dimensão Altura	A=	1.00	metros
Comprimento da dimensão Largura	B=	1.60	metros
Comprimento da dimensão Transversal	C=	11.50	metros
Quantidade de vigas travessas	n=	1	V.T.
Altura dos pilares	H=	8.60	metros



Quadro final de valores	
Volume de concreto:	78.13
Área de formas	344.10
Armadura CA50	13,203.97
Armadura CA60	0.00
Escoramento de OAE	395.09

O volume de concreto total da Travessa é expresso por: Vc= A*B*C*n

Vc= 18.40 m³

A área de forma total da Travessa é expresso por: Af= (2xA+B)*C*(2xAxB)

Vc= 44.6 m³

O volume de Escoramento total da Travessa é expresso por: Vesc= (B+2)*(C+2)*H*n

Vesc= 174.36 m³

TRAVESSAS INICIAIS

Comprimento da dimensão Altura	A=	1.20	metros
Comprimento da dimensão Largura	B=	1.10	metros
Comprimento da dimensão Transversal	C=	11.50	metros
Quantidade de vigas travessas	n=	2	V.T.
Altura dos pilares	H=	1.90	metros



O volume de concreto total da Travessa é expresso por: Vc= A*B*C*n

Vc= 30.36 m³

A área de forma total da Travessa é expresso por: Af= (2xA+B)*C*(2xAxB)

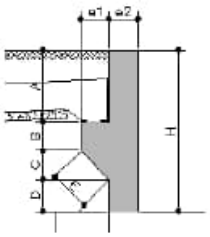
Vc= 83.14 m³

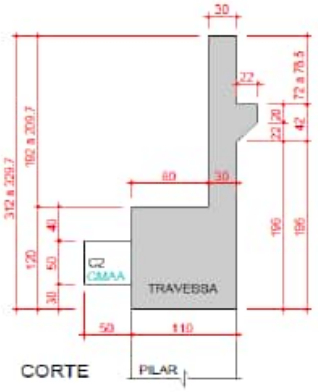
O volume de Escoramento total da Travessa é expresso por: Vesc= (B+2)*(C+2)*H*n

Vesc= 159.03 m³

TRAVESSAS INICIAIS

Comprimento da dimensão A	A=	0.75	metros
Comprimento da dimensão B	B=	0.20	metros
Comprimento da dimensão C	C=	0.22	metros
Comprimento da dimensão D	D=	0.84	metros
Comprimento da dimensão E	E=	0.31	metros
Comprimento da dimensão H	H=	2.01	metros
Comprimento da espessura e1	e1=	0.22	metros
Comprimento da espessura e2	e2=	0.30	metros
Comprimento da dimensão Lc	Lc=	11.50	metros
Quantidade de transversinas	n=	2.00	und





O volume de concreto da cortina é expresso por: Vc= (e2*H + e1*B + C*e1/2)*Lc*n

Vc= 15.44 m³

A área de formas da travessa é expressa por: Af= (H+A+B+E+D+e2-esp.laje)*Lc*n + (e2*H + e1*B + C*e1/2)*2*n

Af= 104.11 m²

CONSOLES CMAA

Área total de Forma do Console	A=	1.30	m²
Vol. de Concreto	B=	0.20	m³
Comprimento da dimensão Transversal	n=	20.00	unid.

O volume de concreto total dos Consoles é expresso por: Vc= B*n

Vc= 4.00 m³

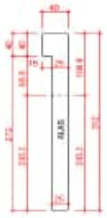
A área de forma total dos Consoles é expresso por: Af= A*n

Vc= 26.00 m²

ALAS LATERAIS

Comprimento da dimensão A	A=	4.02	m
Comprimento da dimensão B	B=	1.09	m
Comprimento da dimensão C	C=	2.03	m
Comprimento da dimensão D	D=	3.12	m
Comprimento da dimensão E	E=	3.52	m
Comprimento da dimensão F	F=	0.50	m
Comprimento da dimensão G	G=	4.06	m
Espessura da Ala	e =	0.25	m
Engrossamento New Jersey	I =	0.40	m
Engrossamento New Jersey	J =	0.15	m





Quant. Alas: n= 4.00 unid.

O volume de concreto das alas é expresso por: Vc= (A*D - ((C*E)/2))*e+I*J*A

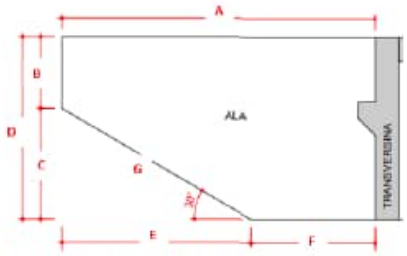
Vc= 2.48 m³/aba Como há n abas: Vc,f= 9.93 m³

Área de formas das alas é expressa por: Af=2*((A*D)-((C*E)/2))+(B+G+F)*e+A*(I+J)

Af= 21.56 m²/aba Como há n abas: Af,f= 86.25 m²

O volume de escoamento das alas é: Vesc=A*2*(Alt. Méd.)*n

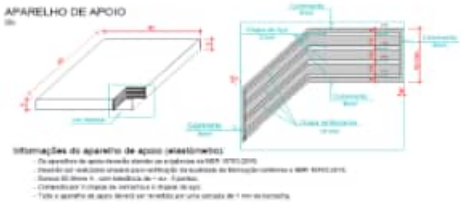
Alt. Med. = 1.90 m vol. Esc. 61.10 m³



Consumo de Aço CA-50	169.00	kgxm³	
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm³	
Total de Aço CA-50	13,203.97	kg	
Total de Aço CA-60	0.00	kg	

APARELHO DE APOIO EM NEOPRENE FRETADO

Comprimento da dimensão A	A=	0.60	m	A=	m
Comprimento da dimensão B	B=	0.60	m	B=	m
Comprimento da altura total H	H=	0.050	m	H=	m
Quantidade de blocos centrais	n=	20.00	un	n=	un



O volume de concreto dos blocos é expresso por: Vc=A*B*H

Vc= 0.02 m³/bloco Como há n blocos: Vc,f= 0.36 m³

A área de formas dos blocos é expressa por: Af= 2*(A+B)*H

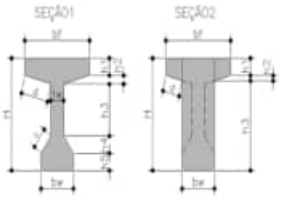
Af= 0.12 m²/bloco Como há n blocos: Af,f= 2.40 m²

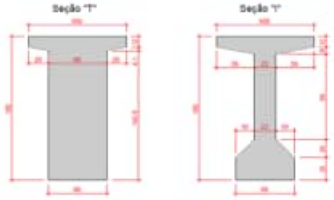
Comprimento	l=	4.00	dm	Comprimento	l=		dm
Largura	b=	4.00	dm	Largura	b=		dm
Altura	h=	0.50	dm	Altura	h=		dm
Quantidade	n=	20.00	unid.	Quantidade	n=		unid.
Vol Neoprene=		160.0	dm³	Vol Neoprene=		0.00	dm³

Quadro final de valores	
Volume de Grout:	0.36
Área de formas	2.40
Armadura CA50	0.00
Volume de neoprene:	160.00
Peso do neoprene*	410.26

* Densidade 2,56kg/dm³

LONGARINAS PRÉ-MOLDADAS





LONGARINA 1

Seção 1: Meio do Vão				Seção 2: Cabeças			
Comprimento da dimensão H	H=	1,60	m	Comprimento da dimensão H	H=	1,60	m
Comprimento da dimensão h1	h1=	0,12	m	Comprimento da dimensão h1	h1=	0,12	m
Comprimento da dimensão h2	h2=	0,08	m	Comprimento da dimensão h2	h2=	0,04	m
Comprimento da dimensão h3	h3=	0,95	m	Comprimento da dimensão h3	h3=	1,44	m
Comprimento da dimensão h4	h4=	0,20	m	Comprimento da dimensão h4	h4=	0,00	m
Comprimento da dimensão h5	h5=	0,25	m	Comprimento da dimensão h5	h5=	0,00	m
Comprimento da dimensão bw	bw=	0,60	m	Comprimento da dimensão bw	bw=	0,60	m
Comprimento da dimensão tw	tw=	0,22	m	Comprimento da dimensão tw	tw=	0,00	m
Comprimento da dimensão bf	bf=	1,00	m	Comprimento da dimensão bf	bf=	1,00	m
Comprimento da dimensão d	d=	0,40	m	Comprimento da dimensão d	d=	0,20	m
Comprimento da dimensão c	c=	0,28	m	Comprimento da dimensão c	c=	0,00	m
Perímetro útil:	P1=	4,60	m	Perímetro útil:	P2=	4,12	m
Área da S.T.	A1=	0,61	m²	Área da S.T.	A2=	1,016	m²
Comprimento da dist. L1	L1=	27,00	m	Comprimento da dist. L1	L2=	3,00	m

Número de longarinas por vão	n=	5,00	unid.	n=		unid.
Número de vãos	v=	1,00	vãos	v=		vãos
Número total de longarinas	N=	5,00	unid.	N=	0,00	unid.

O volume de concreto da longarina é dado por: Vc= A1*L1 +A2*L2

Vc1= 19,51 m³/long Como há n V.T.: Vc1,f= 97,6 m³ Peso da Long= 48,8 ton

A área de forma da longarina é dada por: Af= P1*L1 + P2*L2

Af1= 136,56 m³/long Como há n V.T.: Af1,f= 682,80 m²

Transporte de Peça pré moldada

Quant. Peças 5,00 peças DMT = 0,00 km DMT 0,00 km

Berço das Vigas

Comp. Total	150,00	Esp. Pedra	0,30 m	Vol. Pedra Arg.	27,00 m³
		Esp. Concreto	0,10 m	Vol. Concreto	9,00 m³
		Esp. Forma	0,40 m	Área Forma	36,00 m²

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	164,60
Área de formas	1.195,60
Armadura CA50	27.817,40
Armadura CP190 RB	8.065,40
Ancoragens Ativa	80,00
Comprimento Bainhas	776,00
Quant. Peças (Até 50ton)	10,00
Transporte de Longarinas	0,00
Carga / Descarga Vigas (ton)	10,00
Pedra Argamassada	45,00
Conceto Magro	15,00

LONGARINA 2

Seção 1: Meio do Vão				Seção 2: Cabeças			
Comprimento da dimensão H	H=	1.60	m	Comprimento da dimensão H	H=	1.60	m
Comprimento da dimensão h1	h1=	0.12	m	Comprimento da dimensão h1	h1=	0.12	m
Comprimento da dimensão h2	h2=	0.08	m	Comprimento da dimensão h2	h2=	0.04	m
Comprimento da dimensão h3	h3=	0.95	m	Comprimento da dimensão h3	h3=	1.44	m
Comprimento da dimensão h4	h4=	0.20	m	Comprimento da dimensão h4	h4=	0.00	m
Comprimento da dimensão h5	h5=	0.25	m	Comprimento da dimensão h5	h5=	0.00	m
Comprimento da dimensão bw	bw=	0.60	m	Comprimento da dimensão bw	bw=	0.60	m
Comprimento da dimensão tw	tw=	0.22	m	Comprimento da dimensão tw	tw=	0.00	m
Comprimento da dimensão bf	bf=	1.00	m	Comprimento da dimensão bf	bf=	1.00	m
Comprimento da dimensão d	d=	0.40	m	Comprimento da dimensão d	d=	0.20	m
Comprimento da dimensão c	c=	0.28	m	Comprimento da dimensão c	c=	0.00	m
Perímetro útil:	P1=	4.60	m	Perímetro útil:	P2=	4.12	m
Área da S.T.	A1=	0.61	m²	Área da S.T.	A2=	1.016	m²
Comprimento da dist. L1	L1=	17.00	m	Comprimento da dist. L1	L2=	3.00	m
Número de longarinas por vão	n=	5.00	unid.	n=			unid.
Número de vãos	v=	1.00	vãos	v=			vãos
Número total de longarinas	N=	5.00	unid.	N=	0.00		unid.

O volume de concreto da longarina é dado por: Vc= A1*L1 +A2*L2

Vc1= 13.41 m³/long Como há n V.T.: Vc1_f= 67.05 m³ Peso da Long= 33.5 ton

A área de forma da longarina é dada por: Af= P1*L1 + P2*L2

Af1= 90.56 m²/long Como há n V.T.: Af1_f= 452.80 m²

Transporte de Peça pré moldada

Quant. Peças 5.00 peças DMT = 1.70 km DMT 42.50 km

Berço das Vigas

Comp. Total 100.00

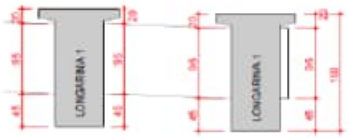
Esp. Pedra	0.30	m	Vol. Pedra Arg.	18.00	m³
Esp. Concreto	0.10	m	Vol. Concreto	6.00	m³
Esp. Forma	0.40	m	Área Forma	24.00	m²

Consumo de Aço CA-50	169.00	kgxm³	Total de Aço CA-50	27,817.40	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kgxm³	Total de Aço CA-60	0.00	kg
Consumo de Cordoalha Protensão	49.00	kgxm³	Total de cordoalha	8,065.40	kg
Total de Ancoragens por vigas	8.00	unid.	Total de Ancoragens Ativa	80.00	unid.
Total de Bainhas por vigas	77.60	m	Total de Bainhas	776.00	m

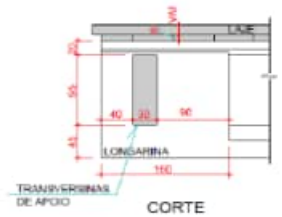
TRANSVERSINAS

Transversinas sobre apoios

Altura da transversina	H=	0.95	m
Espessura da transversina	e=	0.30	m
Altura da laje	el=	0.240	m
Comprimento da Transfersina:	C=	10.30	m
Distância entre longarinas (face a face)	l=	1.78	m
Largura bw	bw=	0.60	m
Quantidade de longarinas	q=	5.00	und
Perímetro útil:	P=	2.20	m
Área da S.T.	A=	0.29	m²
Quantidade de transversinas	n=	4.00	und



, 4 E 6



CORTE

O volume de concreto da transversina é Vc= A*(C-bw*q)

Vc= 2.08 m³/long Como há n transv.: Vc,f= 8.32 m³

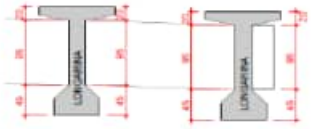
A área de forma da transversina é dada por: Af= P*(C-bw*q)

Af1= 16.06 m²/long Como há n V.T.: Af1,f= 64.24 m²

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	13.56
Área de formas	104.72
Armadura CA50	1,966.20
Armadura CA60	0.00

Transversinas Internas

Altura da transversina	H=	0.95	m
Espessura da transversina	e=	0.30	m
Altura da laje	el=	0.240	m
Comprimento da Transfersina:	C=	10.30	m
Distância entre longarinas (face a face)	l=	2.16	m
Largura bw	bw=	0.22	m
Quantidade de longarinas	q=	5.00	und
Perímetro útil:	P=	2.20	m
Área da S.T.	A=	0.29	m²
Quantidade de transversinas	n=	2.00	und





O volume de concreto da transversina é Vc= A*(C-bw*q)

Vc= 2.62 m³/long Como há n transv.: Vc,f= 5.24 m³

A área de forma da transversina é dada por: Af= P*(C-bw*q)

Af1= 20.24 m²/long Como há n V.T.: Af1,f= 40.48 m²

Consumo de Aço CA-50	145.00	kg/m³	Total de Aço CA-50	1,966.20	kg
Consumo de Aço CA-60	0.00	kg/m³	Total de Aço CA-60	0.00	kg

LAJE DE APROXIMAÇÃO

Comprimento da placa de aprox.	A=	10,94	metros
Largura da placa de aprox.	B=	4,00	metros
Espessura da placa de aprox.	C=	0,30	metros



Quantidade de placa de aprox. n= 2,00 unid.

O volume de concreto das placas é expresso por: Vc= A*B*C

Vc= 13,13 m³/placa Como há n placas: Vc,f= 26,26 m³

O volume de lastro para os blocos é expresso por: Vc=D*E*F

Vc= 0,00 m³/placa Como há n placas: Vc,f= 0,00 m³

Área de formas das placas é expressa por: Af=2*C*(A+B)

Af= 8,96 m²/placa Como há n placas: Af,f= 17,92 m²

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	26,26
Volume de Concreto Ciclópico	0,00
Área de formas	17,92
Armadura CA50	2.783,56
Armadura CA60	0,00

Consumo de Aço CA-50 106,00 kgxm³ Total de Aço CA-50 2.783,56 kg

Consumo de Aço CA-60 0,00 kgxm³ Total de Aço CA-60 0,00 kg

PRÉ-LAJES

Pre-laje do tipo LP1

Comprimento da dimensão L	L=	1,38	m
Comprimento da dimensão B	B=	0,500	m
Comprimento da espessura e	e=	0,08	m
Quantidade de p.l. do tipo LL1	n=	400	und

Pre-laje do tipo LP2

Comprimento da dimensão L	L=		m
Comprimento da dimensão B	B=		m
Comprimento da espessura e	e=		m
Quantidade de p.l. do tipo LL1	n=		und

Quantidade total de pré lajes Σn= 400 und

O volume de concreto da p.l. do tipo 1 é Vc= B*L*e

Vc= 0,06 m³/p.l Como há n p.l.: Vc,f= 24,00 m³

A área de forma da p.l. do tipo 1 é dada por: Af= L*B + 2*(l+b)*e

Af1= 0,99 m²/p.l. Como há n p.l.: Af1,f= 396,00 m²

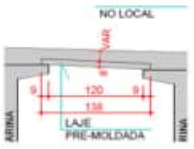
Transporte de Peça pré moldada

Peso= 0,15 ton/peça DMT = 0,00 km DMT 0,00 tonxkm

Quadro final de valores	
Volume de concreto (40MPa):	24,00
Área de formas	396,00
Armadura CA50	7.368,00
Armadura CA60	0,00
Quant. Peças (P>1ton)	400,00
Carga / Manobra das peças	60,00
Transporte de Pré moldados	0,00

Consumo de Aço CA-50 307,00 kgxm³ Total de Aço CA-50 7.368,00 kg

Consumo de Aço CA-60 0,00 kgxm³ Total de Aço CA-60 0,00 kg



LAJES

Comprimento da superestrutura	L=	50.00	m	L=	m
largura da superestrutura	B=	11.50	m	B=	m
Espessura média da laje	e=	0.220	m	e=	m
Altura do escoramento**	H=	4.95	m	C=	m
Altura da Longarina	D=	1.60	m	D=	m
Distância Long. Até bordo	H=	0.50	m	C=	m
Área de concreto da Pingadeira	A=	0.032	m²/m		
Vol. de concreto das pré-laje	Vc,pl=	24.00	m³	Vc,pl=	m³

O volume de concreto da laje é: Vc=L*B*e +2*A*L

Vc= 105.70 m³/p.l.

A área de forma da laje é considerada todo o tabuleiro + as extremidades, sendo: Af=L*(2*e+B)

Af1= 72.00 m²

Volume de escoramento é: Vesc=(L+2)*(B+2)*H - Vol esc meso - Vol. Esc. Lat

Tem Escoramento ? Vesc= 0.00 m³

Volume de escoramento lateral é: Vesc=(L+2)*(B+2)*H

Vesc= 1,188.00 m³

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	105.70
Área de formas	72.00
Armadura CA50	12,472.60
Armadura CA60	0.00
Escoramento OAE	1,188.00

Consumo de Aço CA-50 118.00 kgxm³ — Total de Aço CA-50 12,472.60 kg

Consumo de Aço CA-60 0.00 kgxm³ — Total de Aço CA-60 0.00 kg

DEFENSAS / GUARDA CORPO

	* Defensa			* Guarda Corpo			* Guarda Corpo Duplo		
Perímetro útil:	P=	1.76	m	P=	1.28	m	P=	2.13	m
Área da S.T.	A=	0.23	m²	A=	0.13	m²	A=	0.38	m²
Comprimento da superestrutura + Trincheira	L=	58.00	m	L=		m	L=		m
Quantidade de barreiras	n=	2.00	unid.	n=		unid.	n=		unid.

* Quantitativos somente do guarda corpo

O volume de concreto das defensas é: Vc=2*A*L

Vc= 27.06 m³/p.l.

A área de formas das defensas é: Af=2*P*L

Af1= 204.2 m²

Comprimento do guarda corpo L= m

Quadro final de valores	
Volume de concreto:	27.06
Área de formas	204.16
Armadura CA50	2,354.22
Armadura CA60	0.00
Guarda corpo (m)	0.00
Barreira Rígida New Jersey	116.00



Consumo de Aço CA-50 87.00 kgxm³ — Total de Aço CA-50 2,354.22 kg

Consumo de Aço CA-60 0.00 kgxm³ — Total de Aço CA-60 0.00 kg

DRENOS

Espaçamento entre drenos	esp=	4.00	ud/m		
Comprimento da superestrutura	L=	50.00	m		
Quantidade de drenos em cada lado	Q=	13.00	ud		
Quantidade de Linhas	A=	2.00	ud		
Comprimento total de Drenos	Total=	26.00	m		

Quadro final de valores	
Drenos	26.00
Limpeza de ponte	575.00
Tubo condutor Ø 7,5cm	100.00

JUNTAS DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatação tem comprimento igual a largura da ponte, postas uma em cada extremidade da obra.

Largura da ponte	b=	11.50	m		m
Quantidade	n=	2.00	unid.		unid.

Quadro final de valores	
Juntas de dilatação	23.00
Labios Poliméricos	23.00

PROTEÇÃO DE TALUDE

Largura da superestrutura	B=	20.00	m		
Comprimento do talude	L=	5.60	m		
A área de proteção de talude é descrita por At=B*L+ L^2*π/2					
Quantidade de taludes:	n=	2.00	ud		
Área de proteção de talude	At=	322.52	m^2		
Espessura de Pedra Argamassada		e=	0.50	m	
Vol. De Pedra Argamassada (At x 0,30m)		Vol. Conc. =	322.52	m^3	
Largura da superestrutura	B=	20.00	m		
Comprimento do talude	L=	2.11	m		
A área de proteção de talude é descrita por At=B*L+ L^2*π/2					
Quantidade de taludes:	n=		ud		
Área de proteção de talude	At=	0.00	m^2		

Quadro final de valores	
Pedra Argamassada	322.52
Manta Geotéxtil	322.52
Grama em placa	0.00

9.4 Composições Unitárias de preço

Para os itens que porventura não possuam preços unitários presentes nas planilhas de custo da GOINFRA elaborou-se composições unitárias de preço, utilizando-se como referência as composições do sistema SICRO.

9.5 Especificações de Serviço

Seguem as especificações normas aplicadas para a execução das obras aqui projetadas:

- ✓ **GOINFRA ES-OAE-001/18**: Pontes e Viadutos Rodoviários;
- ✓ **DNIT 092/2006-ES** - Juntas de dilatação - Especificação de serviço;
- ✓ **DNIT 104/2009-ES** - Terraplenagem - Serviços preliminares - Especificação de serviço;
- ✓ **DNIT 116/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários – Serviços Preliminares - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 117/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 118/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 119/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 120/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Fôrmas - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 121/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Fundações Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 122/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 123/2009-ES**: Pontes e viadutos rodoviários – Estruturas de concreto protendido - Especificação de serviço
- ✓ **DNIT 124/2009-ES** - Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos - Especificação de serviço

10 BOLETINS DE SONDAGENS

Os estudos dos dois furos de sondagem foram elaborados pela empresa Pró Solo Sondagens e Fundações LTDA., seguindo os locais já definidos anteriormente em fase de projeto executivo. A quantidade de furos está de acordo com a quantidade de dois furos para obras de até 100,0 de comprimento conforme apontado na Instrução de Projeto – IP20 da GOINFRA.

Os dados da obra são:

- Obra: Ponte sobre o Ribeirão Capivara, entre os municípios de Goiânia e Santo Antônio de Goiás;
- Local: Rodovia GO-462, zona rural Santo Antônio de Goiás;
- Relatórios: SM-2.1 e SM-2.2

As sondagens desta obra em questão foram realizadas de acordo com as normas da época, descritas no relatório de sondagem, bem como os procedimentos estabelecidos para o desenvolvimento em rocha, mas que atendem à recomendação da Goinfra.

Em recomendação da instrução de projeto IP-20, o desenvolvimento em rocha deverá prosseguir no mínimo 5,0 m de profundidade com recuperação nos últimos 3,0 m acima de 90%, porém, durante a execução da sondagem SM-2.1 verificou que a profundidade alcançada chegou à 20,00 m, com rocha nos últimos 5,5 m e com percentual de recuperação considerável. Já no laudo SM-2.2 chegou em 20,50 m com percentual de recuperação da rocha em 90 % nos últimos 5,5 m conforme prescrito na IP-20. De toda forma, afirma-se que a recuperação em rocha é alta ao ponto de absorver aos esforços obtidos nos cálculos estruturais, garantindo a segurança e qualidade necessárias para o projeto em questão.

Abaixo está uma nota técnica sobre o ensaio e também o relatório de sondagem emitido pela empresa MASTERSOLO e que irá como arquivo anexo “459.2017-02- Rel. PONTE SOBRE O RIO CAPIVARA - Rod. GO-462 - Goiânia.Santo Antônio de Goiás-GO.pdf”.

SONDAGENS MISTAS (PERCUSSIVA EM SOLO E ROTATIVA EM ROCHA)

RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA SOBRE O RIBEIRÃO CAPIVARA

Coordenadas: (16°30'54.80"S, 49°15'47.6"W).

Nota Técnica sobre a sondagem:

A sondagem foi executada pela empresa PróSolo, respeitando todos os parâmetros normativos vigentes na época, realizada para o projeto executivo de duplicação do mesmo trecho em 2017, sendo aprovado pela antiga AGETOP, atestando que o ensaio atendeu na época às normativas vigentes.

Conforme relatório da PróSolo observamos que a metodologia de execução da sondagem rotativa, embasada nas diretrizes da ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – Manual de Sondagens – Boletim no. 3 – 5ª Edição – São Paulo/2013 e/ou Norma NBR 06484 – DEZ/2001 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos, não diferem dos critério básicos metodológicos de execução quando comparados com a nova norma NBR 6484:2020, como descrito no relatório:

> "Inicialmente, procedeu-se à instalação dos equipamentos e da rede d'água de forma a permitir o desenvolvimento das operações, sem paralisações. "Todos os ensaios penetrométricos, a perfuração foi executada por intermédio de sonda rotativa, utilizando o método de circulação de água (simples lavagem) com diâmetro de 2¹/²", a perfuração prosseguiu até atingir a cota do ensaio seguinte e assim sucessivamente.
>
> O metodo de avanço por circulação de áagua (lavagem) e executado por meio da elevação e descida da coluna de perfuração até a altura da cota desejada acompanhada de rotação exercida mecanicamente pela sonda. Para tanto, procedeu-se ao avanco dos tubos de revestimento de tal modo que sua base permanecesse sempre alguns centimetros acima da cota de realização do respectivo SPT.
>
> Os ensaios penetrométricos SPT – (Standard Penetration Test) consiste na cravação de um amostrador padrão de 50,80mm de diâmetro externo e 41,28mm de diâmetro interno, tipo Raymond, bipartido. Tomando-se como referência o topo do tubo de revestimento, assinalou-se com giz na coluna de perfuração um segmento de 45 cm dividido em três trechos de 15cm. O ensaio penetrométrico (SPT) consistiu na cravação do amostrador no solo, através do impacto causado pelo hasteamento de um martelo padrão de 65 kg, caindo livremente de uma altura de 75 cm sobre a coluna de perfuração constituída por hastes de Ø 1". Cada queda do martelo correspondeu a um golpe e foram aplicados tantos golpes quantos necessários para a cravação total do amostrador. Foram anotados o número de golpes e a penetração (em centímetro) para cada trecho de 15cm do amostrador. O valor da resistência à penetração ("N") consistiu no número de golpes necessários à cravação dos 30cm finais.
>
> A impenetrabilidade do solo ao SPT foi definida segundo os seguintes criterios:

(a) Avanço menor do que 5cm do amostrador apos a aplicacao de 10 golpes do martelo; ou

(b) "**N**" maximo igual a 50 golpes; e/ou

(c) Furo deve ser paralisado conforme orientacao/especificacao do Cliente, atraves de cota predeterminada / definida;"

Para as sondagens rotativas os critérios para parada foram:

(a) Prosseguir 3m de profundidade em rocha sã, com recuperação acima de 90%.

As amostras de solos e/ou os testemunhos de rochas obtidas nas sondagens foram coletadas nos avanços dos ensaios SPT (sondagens percussivas) e/ou diretamente da sondagem rotativa, após se atingir "impenetrável" ao ensaio SPT, sendo em seguida, numeradas com a sigla da sondagem (SM-2.1 e SM-2.2), seguida da numeração da amostra de cada sondagem conforme registro no boletim de campo de controle da sondagem.

Neste tópico relativo a paralisação da sondagem em rocha, a recomendação atual da Goinfra é a seguinte:

- ✓ **(a)** desenvolvimento em rocha deverá prosseguir no mínimo 5,0 m de profundidade com recuperação nos últimos 3,0 m acima de 90%.

Como os ensaios realizados pela PróSolo na época atendem a esta recomendação atual da Goinfra, executando a sondagem rotativa avançando 5m em rocha sã, tendo mais de 90% de recuperação, consideramos que os ensaios realizados atendem aos normativos atuais no quesito de paralização do ensaio.

No quesito elevação do Nível d´água Freático (NA) é descrito no relatório a metodologia utilizada, observando que as leituras dos níveis podem ou não sofrer variações com a data de sua leitura. Portando mesmo que uma nova sondagem fosse feita a luz da nova norma 6484:2020, neste mês de março de 2026, teríamos variações, caso fosse refeita em outra época do ano. Esta variação de NA, para o presente anteprojeto de fundação da ponte, não terá infuência, pois a melhor solução técnica-econômica encontrada foi a de se usar estacas "raiz", pois a recuperação em rocha é alta ao ponto de absorver aos esforços obtidos nos cálculos estruturais, garantindo a segurança e qualidade necessárias para o projeto em questão.

Diante do lapso temporal entre a execução da sondagem e a presente data, nos reunimos com a empresa Prósolo para uma visita técnica e consulta sobre o aproveitamento das sondagens para este anteprojeto. De acordo com o Geólogo Carlos Reis e o Eng. Civil Lindomar Valverde, observou-se que o local das sondagens encontra-se preservado, sem qualquer alteração física ambiental, sem qualquer construção civil ou fundação realizada, nem próxima ao sítio das sondagens, como obras de terraplenagem, aterros, conteções, rede de drenagem ou galerias, pois obras deste tipo podem alterar significamente a elevação do NA.

Diante desta constatação, e dos resultados dos ensaios, pode-se concluir que dificilmente uma nova sondagem trará resultados muito diversos dos obtidos.

Conclusão:

- Considerando que a metodologia utilizada na época para execução da sondagem mista (SPT+rotativa) é válida, não diferindo no geral das normas atuais;
- Considerando que o local do sítio da sondagem, encontra-se preservado, sem construções de qualquer espécie, seja superficial ou profunda, as quais poderiam alterar as altitudes do NA, ou mais remotamente, alterar alguma condição geológica;
- Considerando que mesmo uma possível variação de NA não interfere na solução adotada para a fundação, com o uso de estacas raiz.
- Considerando que se trata de um ateprojeto, cuja objetivo principal é o de se estimar o custo da obra;
- Considerando que serão feitas novas sondagens nas próximas etapas, com a elaboração do projeto básico e executivo.

Conclui-se então que diante deste quadro não vemos restrições em se utilizar as sondagens realizadas para o prédimensionamento da fundação, visando se obter o orçamento estimativo para o anteprojeto da ponte de concreto armado.

Segue o relatório de sondagem nas próximas páginas:

Relatório 459.2017-02-R0

NOVEMBRO/2017

LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA

PONTE SOBRE O RIO CAPIVARA

RODOVIA GO-462

Rio Capivara – Goiânia/Santo Antônio de Goiás-GO

Investigações geológico-geotécnicas com Sondagens Mistas

PRO-SOLO SONDAGENS E FUNDAÇÕES LTDA
FONE: (62) 3299 76 61
e-mail: prosolo.sondagens@gmail.com

1/26

TÍTULO:

Relatório 459.2017-02-R0 – Investigações geológico-geotécnicas – Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda. – Ponte Sobre o Rio Capivara – Rodovia GO-462 Rio Capivara – Goiânia/Santo Antônio de Goiás-GO.

RESUMO:

Este relatório apresenta os resultados das investigações geológico-geotécnicas, constituídas por sondagens Mistas (Percussão–SPT e Rotativa), realizadas pela empresa: PRÓ-SOLO Sondagens e Fundações Ltda., em área do projeto de OAE do Rio Capivara, Rodovia GO 462, municípios de Goiânia e Santo Antônio de Goiás, estado de Goiás, conforme solicitação e especificações técnicas da empresa LATITUDE ENGENHARIA.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

2. DEFINIÇÕES

3. METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

4. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

ANEXO A – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS

ANEXO B – PERFIS INDIVIDUAIS DAS SONDAGENS

ANEXO C – REGISTRO FOTOGRÁFICO (TRABALHOS REALIZADOS)

ANEXO D – REGISTRO FOTOGRÁFICO (CAIXAS DE AMOSTRAGEM)

1. INTRODUÇÃO

A PRÓ-SOLO – Sondagens e Fundações Ltda, executou os serviços de Sondagens Mistas (Percussão-SPT/ Rotativa), para o projeto de OAE que visa a "Implantação da ponte sobre o Rio Capivara", localizado na Rodovia GO-462, Rio Capivara, município de Goiânia e Santo Antônio de Goiás, estado de Goiás.

As atividades foram desenvolvidas no período de 21 de outubro de 2017 até 10 de novembro de 2017 e constituíram-se na execução de **02 (dois)** furos de sondagens Mista totalizando **40,50 m (quarenta metros e cinquenta centímetros)** lineares perfurados com coleta de amostras de solos e testemunhos de rocha. O trecho penetrável foi executado com sondagens à percussão-SPT (Standard Penetration Test) e quando necessário, após o material se apresentar impenetrável a perfuração SPT, prosseguiu com o método de sondagem rotativa (com avanços e ensaios) até atingir a profundidade de projeto.

As informações contidas neste relatório têm validade restrita às condições em que os serviços foram realizados.

2. DEFINIÇÕES

2.1. Sondagem à Percussão (SP) - método para investigação de solos em que a perfuração é obtida por meio de peças (de aço) cortantes e golpeada no fundo do furo. É utilizado tanto para a obtenção de amostras de solos quanto dos índices de sua resistência à penetração.

2.2. SPT (*Standard Penetration Test*) - ensaio de penetração padronizado, executado durante uma sondagem à percussão, que visa à obtenção de valores para a determinação do Índice de Resistência à Penetração (N_{SPT}) do solo.

2.3. Sondagem Rotativa a Diamante (SR) - método de investigação que consiste no uso de um conjunto moto-mecanizado (sonda rotativa), projetado para a obtenção de amostras de materiais rochosos, contínuos e com formato cilíndrico, através de ação perfurante dada basicamente por forças de penetração e rotação que, conjugadas, atuam com poder cortante.

2.4. Sondagem Mista (SM) - quando ocorre solo no local do furo a sondagem pode ser feita de maneira mista, no solo com sondagem à percussão e ensaios de "SPT" até o impenetrável e, a partir daí, em rocha, com sondagem rotativa a diamante. Nestes casos, a sondagem à percussão deve voltar a ser executada sempre que ocorrer novamente material mole de solo.

2.5. Sondagem a Trado - método de investigação que utiliza como instrumento de perfuração o trado, que é um tipo de amostrador de solo constituído por lâminas cortantes do tipo concha ou helicoidal.

2.6. Sonda - máquina acionadora da coluna de perfuração. Consiste essencialmente em um motor à combustão, elétrico, hidráulico ou a ar comprimido, que imprime movimento de rotação a um cabeçote; este é solidário a um fuso de avanço que possui um mandril acoplador para as hastes da coluna de perfuração. Uma sonda pode ser classificada, quanto ao avanço do fuso, em manual, pneumática e/ou hidráulica.

2.7. Barrilete - instrumento utilizado em sondagem rotativa a diamante constituído por tubos ocos que abrigam o testemunho rochoso à medida que ele é cortado pela coroa. Pode ser simples (um tubo), duplo (dois tubos), ou ainda triplo (três tubos). Possui comprimento e diâmetro variáveis e é conectado na frente da coluna de perfuração.

2.8. Amostrador Padrão (também denominado Amostrador Raymond) - utilizado em sondagens à percussão e constitui-se de um amostrador cilíndrico ($Ø_{int}$ 34,9 mm e $Ø_{ext}$ 50,8 mm), bipartido (para facilitar a retirada da amostra), com comprimento total de 736,6 mm. Possui em sua extremidade inferior uma peça de aço biselada (a qual é substituída sempre que estiver gasta

ou danificada) e em sua extremidade superior uma cabeça munida de dois orifícios laterais para saída da água e do ar, contendo internamente uma válvula constituída por uma esfera de aço.

2.9. Bico Amostrador de Solo - peça cilíndrica, biselada na ponta, que é acoplada na extremidade do amostrador padrão e serve para a penetração, no solo, por meio de golpes na coluna de perfuração.

2.10. Martelo - massa de ferro fundido padronizada com 65 kg, cilíndrica e com um furo central interno, por onde passa uma haste-guia. Possui alças de corrente que permitem sua elevação através de corda de nylon ou sisal para permitir golpear a coluna de perfuração.

2.11. Cabeça de Bater - peça de aço maciço, rosqueável, conectada em haste ou revestimento, com resistência para receber o impacto do martelo.

2.12. Coluna de Perfuração - conjunto dos dispositivos de sondagem conectados entre si (alimentador ou "tornel" d'água, haste, barrilete ou amostrador de solo, calibrador e coroa ou bico amostrador) que transmite a pressão e os movimentos necessários à perfuração e que conduz, no seu interior, o fluido de perfuração ou circulação.

2.13. Coroa Diamantada - peça cravada (ou microcravada) com diamante industrial, que é conectada (compatível) ao barrilete amostrador e que opera como instrumento cortante, por rotação, para fins de penetração em rochas ou outros materiais resistentes.

2.14. Calibrador - dispositivo tubular com porções diamantadas ou de vídia na parede externa, conectado (compatível) entre a coroa e o barrilete. Tem a finalidade de regularizar as paredes do furo mantendo um diâmetro constante para proteger o barrilete e permitir a troca de coroa se for o caso.

2.15. Hastes - tubos de aço sem costura, de comprimento variável, conectáveis entre si através de conectores (niples) lisos. Compõem a parte intermediária da coluna de perfuração, na qual são aplicados movimentos de avanço e rotação e também introduzido fluido de perfuração.

2.16. Fluido de Perfuração ou Circulação - fluido introduzido no furo de sondagem através da coluna de perfuração, com a finalidade de auxiliar na operação de corte, refrigerar as peças cortantes e a coluna de perfuração, retirar os detritos da perfuração, estabilizar a coluna de perfuração e sustentar as paredes do furo. Pode ser água, lama bentonítica etc; com ou sem aditivos químicos.

2.17. Manobra - operação de avanço, numa sondagem, que compreende a descida, perfuração e içamento da coluna de perfuração. O comprimento da manobra corresponde ao trecho perfurado.

2.18. Trado concha (também denominado "trado cavadeira") - tipo de amostrador de solo constituído por lâminas de aço convexas, cortantes.

3. GEOLOGIA REGIONAL

Nesta folha apresentada, com áreas pertencentes ao Estado de Goiás, afloram várias unidades litoestratigráficas, representadas pelas Formações Superficiais e a Faixa Brasília – Zona interna "Complexos Granulíticos (Anápolis-Itauçu)" (região dos trabalhos de campo), conforme apresentado na Figura 3, a seguir.

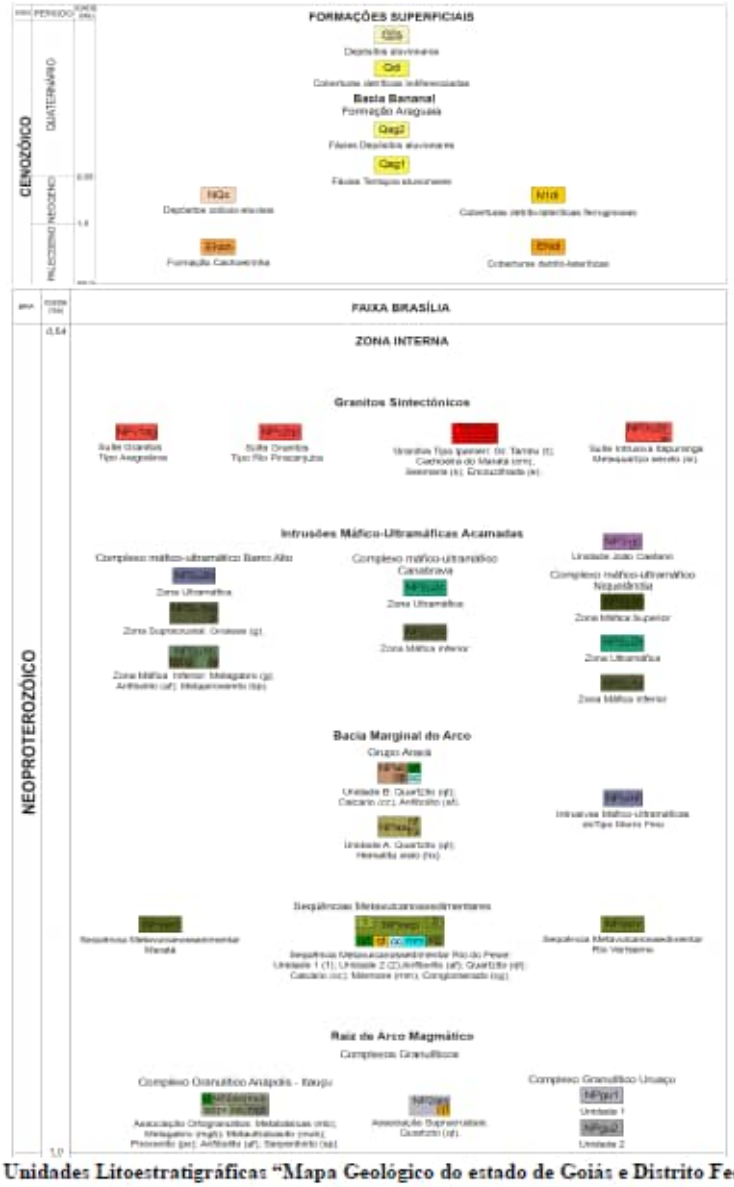


Figura 3. **Unidades Litoestratigráficas "Mapa Geológico do estado de Goiás e Distrito Federal - 2008**
Fonte: CPRM.

3.1. Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (NP2ai)

O Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu ocorre em faixa alongada NW-SE da porção sudeste de Goiás, estendendo-se desde a cidade de Itaguaru, no norte, até Pires do Rio, no sul. O complexo está em contato tectônico, marcado por extensas zonas de cisalhamento transcorrentes contracionais (Araújo et al., 1994) com o Grupo Araxá e zonas de cisalhamento transcorrentes NW-SE com a Seqüência Silvânia e o Granito Jurubatuba (Piuzana, 2002). A primeira referência sobre estas rochas deve-se a Barbosa (1966) que as inseriu no domínio dos terrenos arqueano-paleoproterozóicos do embasamento cristalino, ou Complexo Basal, redenominado de Complexo Goiano (Cunha et al., 1981; Drago et al., 1981; Ianhez et al., 1983; Marini et al., 1984a).

Estas rochas foram individualizadas e cartografadas durante levantamentos geológicos básicos da CPRM (Baêta Jr., 1994; Cuadros Justo, 1994; Radaelli, 1994; Araújo, 1994, 1997; Moreton, 1994; Lacerda Filho, 1994; Oliveira, 1994, 1997) como granulitos orto e paraderivados do Paleoproterozóico e reunidos por Lacerda Filho & Oliveira (1995) sob as denominações de Associação de Ortogranulitos básicos e ultrabásicos e Associação de Rochas Supracrustais. Winge (1995a) interpreta o complexo como terreno da crosta sializada, polifasicamente retrabalhada e derivada, em parte, dos terrenos granito tipo S. O complexo compreende ampla variedade de gnaisses com paragêneses de metamorfismo de alto grau reunidos na Associação de Ortogranulitos e de supracrustais granulitizadas e tectonicamente imbricadas com as rochas metassedimentares do Grupo Araxá.

NP2aio – Associação de Ortogranulitos - Compreende termos ortoderivados e representados por charnockitos, enderbitos e charnoenderbitos, bem como termos básico-ultrabásicos como metagabros (NP2aioμgb), metanoritos, metaperidotitos, metapiroxenitos (NP2aiopx), metabasitos (NP2aioμb) e metaultrabasitos (NP2aioμub) e seus derivados como talcoxistos, talco-clorita xistos, serpentinitos (NP2aiosp) e anfibolitos (NP2aioaf).

NP2ais – Associação de Rochas Supracrustais - Consiste de granulitos para derivados representados por gnaisses sílico-aluminosos e quartzo-feldspáticos, granada gnaisses, granada quartzitos (NP2aisqt), rochas calcissilicáticas, diopsídio mármores e gonditos associados com gnaisses graníticos resultantes de anatexia (Baêta Jr., 1994; Radaelli, 1994; Araújo, 1994; Moreton, 1994; Cuadros Justo, 1994; Lacerda Filho, 1994; Oliveira, 1994; Lacerda Filho & Oliveira, 1995).

Associados aos granulitos ocorrem expressivos corpos máfico-ultramáficos diferenciados denominados de Conjunto Piroxenítico Gnaisse- Gabróico de Goianira-Trindade (Complexo Goianira-Trindade; Nilson & Mota, 1969) e Complexo Máfico-Ultramáfico de Águas Claras (Nilson, 1992).

O Complexo Goianira-Trindade, situado nas proximidades das cidades homônimas, consiste de piroxenitos, granada-hiperstênio piroxenitos, metagabros, anfibólio xistos, actinolita xistos e rochas calcissilicáticas. O Complexo de Águas Claras localiza-se no município de Araçu e é um corpo alongado segundo NW-SE com cerca de 48 km². A porção de sul do mesmo é formada por uma fácies basal de peridotito harzburgítico deformado e serpentinizado e a de norte por norito com notável preservação de estruturas primárias.

Ianhez et al. (1983) dataram charnoenderbitos da Pedreira Santa Bárbara, situada a norte de Goiânia, pelo método Rb-Sr que gerou isócrona de referência de 2.400 Ma e razão inicial 0,701. Nessas rochas Tassinari et al. (1988) obtiveram a idade Rb/Sr de 2.600 Ma.

Dados geocronológicos U-Pb SHRIMP em zircão obtidos por Piuzana (2002) na região de Leopoldo de Bulhões indicam que o pico de metamorfismo granulítico ocorreu há cerca de 650-640 Ma. Um granulito félsico apresentou idade de cristalização de cerca de 760 Ma. Dados isotópicos Sm-Nd geraram idade-modelo de 2,18 Ga, com εNd negativo, indicativo de contaminação crustal. As idades U-Pb associadas aos dados de Sm-Nd sugerem que os protólitos granulíticos foram gerados no Neoproterozóico e provavelmente pertencem ao Arco Magmático de Goiás (Piuzana, 2002). Para Pimentel et al. (1999) estes dados demonstram que a história magmática, sedimentar e metamórfica do Complexo Anápolis-Itauçu é mais nova do que anteriormente interpretada e que deve fazer parte da evolução neoproterozóica da Faixa Brasília.

3.2. Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas (N1dl)

Esta unidade tem ampla distribuição no estado e atapeta superfícies de aplainamento desenvolvidas sobre rochas de todas as unidades litoestratigráficas e, atualmente, está sob efeito de dissecação marginal por erosão. Estes sedimentos são formações superficiais que se desenvolveram em zonas de interflúvios. Compreendem sedimentos aluviais ou coluviais

constituídos por conglomerados oligomíticos com seixos de quartzito e lateritos autóctones com carapaças ferruginosas. As crostas, quando possuem perfis completos, podem alcançar mais de 30 m de espessura, embora, nem sempre apresentam nítida diferenciação em horizontes. Perfis mais desenvolvidos possuem os seguintes horizontes:

Horizonte superficial: apresenta espessura inferior a 1 m e é constituído por material areno-argiloso, amarelado, desestruturado e suprimido em declives mais acentuados.

Horizonte concrecional: tem de 2 a 4 m de espessura e consiste de crosta com concreções ferruginosas cimentadas hematita terrosa, goetita e gibsita.

Horizonte argiloso: pode alcançar 15 m de espessura e é de saprólito avermelhado.

Horizonte pálido: tem de 2 a 3 m de espessura, de cores claras e situa-se na interface rocha/saprólito.

A heterogeneidade de forma e composição desses depósitos indicam ser colúvio-aluviais de pedimentação (Ianhez *et al.,* 1983).

A sua relevância econômica reside na associação com depósitos supergênicos de manganês, níquel, bauxita, fosfato e ouro detrítico, conhecidos nos municípios de São João D'aliança, Niquelândia, Barro Alto, Catalão e Fazenda Nova, respectivamente.

4. METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

4.1. Critérios Gerais

Como critérios gerais para a execução das sondagens e ensaios de campo foram adotados os procedimentos e normas da PRÓ-SOLO Sondagens e Fundações Ltda., embasado nas diretrizes da ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – Manual de Sondagens – Boletim no. 3 – 5ª Edição – São Paulo/2013 e/ou Norma NBR 06484 – DEZ/2001 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos.

4.2. Dados Específicos

As informações características das sondagens e ensaios executados encontram-se resumidas nos itens abaixo.

4.2.1. Sondagens Mistas

As sondagens executadas seguiram a metodologia descrita nos Procedimentos e Normas citadas anteriormente. Tais procedimentos são fundamentados nas Diretrizes para Execução de Sondagens da ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 2013.

Inicialmente, procedeu-se à instalação dos equipamentos e da rede d'água de forma a permitir o desenvolvimento das operações, sem paralisações. "Todos os ensaios penetrométricos, a perfuração foi executada por intermédio de sonda rotativa, utilizando o método de circulação de água (simples lavagem) com diâmetro de 2¹/₂", a perfuração prosseguiu até atingir a cota do ensaio seguinte e assim sucessivamente.

O método de avanço por circulação de água (lavagem) é executado por meio da elevação e descida da coluna de perfuração até a altura da cota desejada acompanhada de rotação exercida mecanicamente pela sonda. Para tanto, procedeu-se ao avanço dos tubos de revestimento de tal modo que sua base permanecesse sempre alguns centímetros acima da cota de realização do respectivo SPT.

Os ensaios penetrométricos SPT – (Standard Penetration Test) foram realizados de acordo com as Diretrizes da ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, que consiste na cravação de um amostrador padrão de 50,80mm de diâmetro externo e 41,28mm de diâmetro interno, tipo Raymond, bipartido. Tomando-se como referência o topo do tubo de revestimento, assinalou-se com giz na coluna de perfuração um segmento de 45 cm dividido em três trechos de 15cm.

O ensaio penetrométrico (SPT) consistiu na cravação do amostrador no solo, através do impacto causado pelo hasteamento de um martelo padrão de 65 kg, caindo livremente de uma altura de 75 cm sobre a coluna de perfuração constituída por hastes de Ø 1". Cada queda do martelo correspondeu a um golpe e foram aplicados tantos golpes quantos necessários para a cravação total do amostrador. Foram anotados o número de golpes e a penetração (em centímetro) para cada trecho de 15cm do amostrador. O valor da resistência à penetração ("N") consistiu no número de golpes necessários à cravação dos 30cm finais.

A impenetrabilidade do solo ao SPT foi definida segundo os seguintes critérios:

(a) Avanço menor do que 5cm do amostrador após a aplicação de 10 golpes do martelo; ou

(b) "N" máximo igual a 50 golpes; e/ou

(c) Furo deve ser paralisado conforme orientação/especificação do Cliente, através de cota pré-determinada / definida;

As amostras de solos e/ou os testemunhos de rochas obtidas nas sondagens foram coletadas nos

avanços dos ensaios SPT (sondagens percussivas) e/ou diretamente da sondagem rotativa, após se atingir "impenetrável" ao ensaio SPT, sendo em seguida, numeradas com a sigla da sondagem (SM-2.1 e SM-2.2), seguida da numeração da amostra de cada sondagem conforme registro no boletim de campo de controle da sondagem.

A cada ensaio penetrométrico (SPT), a amostra recuperada no bico amostrador foi imediatamente acondicionada em saco plástico apropriado, devidamente identificado.

As amostras de materiais, inconsolidados não obtidas por amostragem nos ensaios penetrométricos nas sondagens a percussão (SPT). Foram simultaneamente realizadas tentativas de recuperação com barrilhete duplo-giratório durante o processo de perfuração de sondagem rotativa e quando não foi possível a recuperação por este processo, as amostras foram coletadas junto ao fluido de perfuração (amostra lavada).

Ao final da sondagem, quando e se necessário, as amostras e testemunhos foram conduzidas ao depósito da Pró-Solo e, posteriormente, foram submetidas às análises táctil-visuais e/ou laboratoriais "quando" solicitado.

As amostras coletadas foram classificadas táctil-visualmente conforme os parâmetros geológico-geotécnicos e agrupadas em diferentes horizontes, os quais, juntamente com os resultados de penetração ao SPT – sob a forma de gráficos de penetração em "golpes/30 cm finais, isto é, segundo e terceiro trecho", geraram os perfis apresentados no anexo B deste relatório.

As sondagens executadas estão identificadas na Tabela 4.2-1.

Tabela 4.2-1 – Dados Específicos das Sondagens Mistas Executadas.

nº Furo	Coord. N	Coord. E	Cota	Prof. Final (m)	Prof. (N.A)
SM- 2.1 – OAE PONTE SOBRE RIO CAPIVARA Rod. GO-462 Goiânia/Sº Antônio de Goiás-GO	N.F.	N.F.	N.F.	20,00	3,00
SM- 2.2 – OAE PONTE SOBRE RIO CAPIVARA Rod. GO-462 Goiânia/Sº Antônio de Goiás-GO	N.F.	N.F.	N.F.	20,50	3,00
TOTAL				**40,50**	

4.3. Leituras do Nível d'Água Freático (NA)

Os valores dos níveis d'água freáticos (NA), quando apresentados nos perfis e na Tabela 4.2.1., são determinados por meio de leituras da profundidade (em metro) realizadas durante os serviços e após sua estabilização. Utilizou-se para tal um medidor elétrico de nível d'água composto de um eletrodo que, ao entrar em contato com a água, emite um sinal de audiofreqüência transmitido por

meio de um cabo elétrico tipo AF 1 x 24 (AWG T). O sinal é captado na superfície e transmitido sonoramente por meio de um equipamento de alarme.
Leituras dos níveis d'água freáticos (NA), podem ou não sofrer variações de acordo com a data de sua leitura.

4.4. Classificação Geológico-Geotécnica das Amostras

4.4.1. Metodologia usada para descrição de amostras de solo

Após a devida identificação das amostras por meio de registros seqüenciais foram realizadas as análises táctil-visuais.
O solo foi classificado quanto a sua gênese (residual, colúvio, aluvião, aterro, etc), quanto a sua fração granulométrica predominante (areia, silte ou argila), compacidade e cor.

4.4.2 Metodologia usada para descrição dos testemunhos de rocha

As sondagens apresentadas para classificação geológico-geotécnicas foram classificadas quanto à caracterização da litologia e descrição de testemunhos das sondagens, consideraram-se os parâmetros relativos ao maciço rochoso.

		Denominação	Caracterização da rocha
Alteração	A1	Sã	Minerais constituem sem alteração. Eventualmente apresenta junta oxidadas
	A2	Pouco alterada	Alteração Mineralógica incipiente em sua matriz e ao longo dos planos de fratura, é levemente descolorida.
	A3	Medianamte alterada	Minerais constituintes em franco processo de alteração. Fraturas alteradas eventualmente preenchidas por material desagregado. É muito descolorida
	A4	Muito alterada	Minerais constituintes muito alterados. Alteração ao longo das fraturas comumente preenchidas por material desagregado. É totalmente descolorida
	A5	Extremamente alterada	Minerais constituinte totalmente alterados. Pode apresentar bolsões de material desagregado. Preserva estruturas originais.
Coerencia	C1	Coerente	Rocha, quebra com dificuldade ao golpe do martelo, produzindo poucos fragmentos de bordas cortantes. Sua superfície dificilmente é riscada pelo aço
	C2	Medianamente coerente	Rocha, quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo, produzindo fragmentos podem ser quebradas sob mediana pressão dos dedos. Superfície riscável com aço. Ao ser riscado pelo aço, deixa sulcos leves.
	C3	Pouco coerente	Rocha, quebra facilmente ao golpe do martelo, produzindo vários fragmentos quebradiços à pressão dos dedos. Sulcos profundos ao risco do aço.
	C4	Incoerente (friável)	Rocha, esfarela-se ao golpe do martelo, desagregando-se com a pressão dos dedos. Pode ser cortada com o aço, sendo riscada com a unha.

				Rock Quality Designation (RQD%)		CONDUTIVIDADE HIDRAULICA I x m x min x gf/cm2			PERMEABILIDADE (k= cm/ s)	
Fraturamento	F1	<1 Fratura/metro	Ocasionalmente Fraturado	75 a 100% - Boa a Excelente		H1	< 0,10(MUITO BAIXA)		K = 10-5	
	F2	2 a 5 Fraturas/metro	Pouco Fraturada	50 a 75% - Regular		H2	0,10 – 1,00(BAIXA)		10-5<K<10-4	
	F3	6 a 10 Fraturas/metro	Medianamente fraturada	25 a 50% - Pobre		H3	1,00 – 5,00(MÉDIA		10-4<k<5x10-4	
	F4	11a 20 Fraturas /metro	Muito fraturada	0 a 25% - Muito pobre		H4	5,00 – 10,00(ALTA)		5X10-4<K< 10-3	
	F5	> 20 Fraturas/metro	Extremamente fraturada	Obs. Trecho fraturamento		H5	10,00(MUITO ALTA)		K>10-3	

TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS — CLASSIFICAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES PRINCIPAIS - SIMBOLOGIA

Solo	SPT (Golpes	Designação
Areias e silte arenosos	<=4	fofa(a)
	5 a 8	pouco compacta(o)
	9 a 18	medianamte compacta(a)
	19 a 40	compacta(o)
	>40	muito compacto(o)
Argilas e silte argilosos	<=2	muito mole
	3 a 5	mole
	6 a 10	média(o)
	11 a 19	rija(o)
	>19	dura(o)

Superfície das Descontinuidades

Regularidade		Aspereza	
P	Plana	E	Espelhada
C	Curva	L	Lisa
I	Irregular	R	Rugosa

Inclinação das descontinuidades

SH	Subhorizontal
I	Inclinada (30°<I<60°)
SV	Subvertical

Exemplo

NJA IPR (dec.° y)

Materiais de Revestimento

fe	Película de argilo-mineral escuro (filme escuro)
fv	Película de argilo-mineral esverdeado (filme esv.)
ox	Película oxidada
pc	Película carbonática
mn - Película manganês	
pb - Película material branco	

Material de Preenchimento

si=silte, ag=argila, ca=carbonato, qz=quartzo

siglas

ds= descplacamento bandamento/folhação, qm=quebra mecânico, al= alteraçao incipiente,

NORMAS UTILIZADAS PARA ESCRIÇÃO GEOLÓGICA E APRESENTAÇÃO DE RELATÓRIO

NBR 13441 - Rocha e Solos - Simbologia
NBR 6502 - Rocha e Solos - Terminologia
NBR 6484 - Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT
Boletim n 3/1999 da ABGE - Manual de Sondagens

Tabela 4.4 – Dados para caracterização (Geológico-Geotécnicas) das amostras.

5. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - 2013 - Manual de Sondagens– Boletim N.° 3 – 5ª edição;

NBR 06484 – DEZ/2001 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos;

NBR 06502 – SET/1995 – Rochas e Solos – Terminologia;

NBR 13441 – AGO/1995 – Rochas E Solos – Simbologia

CPRM – Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal, Programa Geologia do Brasil – 2008;

CPRM – Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal – 2008;

GOOGLE EARTH 2017 - https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html.

6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

6.1. Locação/Localização dos Furos

A locação da sondagem no campo foi efetuada conforme orientações do cliente, e o croqui de localização encontra-se apresentado no Anexo A deste relatório.

6.2. Perfis Individuais das Sondagens

Os Perfis individuais das sondagens (***logs***) encontram-se apresentados no Anexo B deste relatório e foram elaborados segundo os critérios para descrição de amostras, conforme apresentado no item 4.4.1 e 4.4.2.

Cada sondagem está representada no perfil com as seguintes informações:

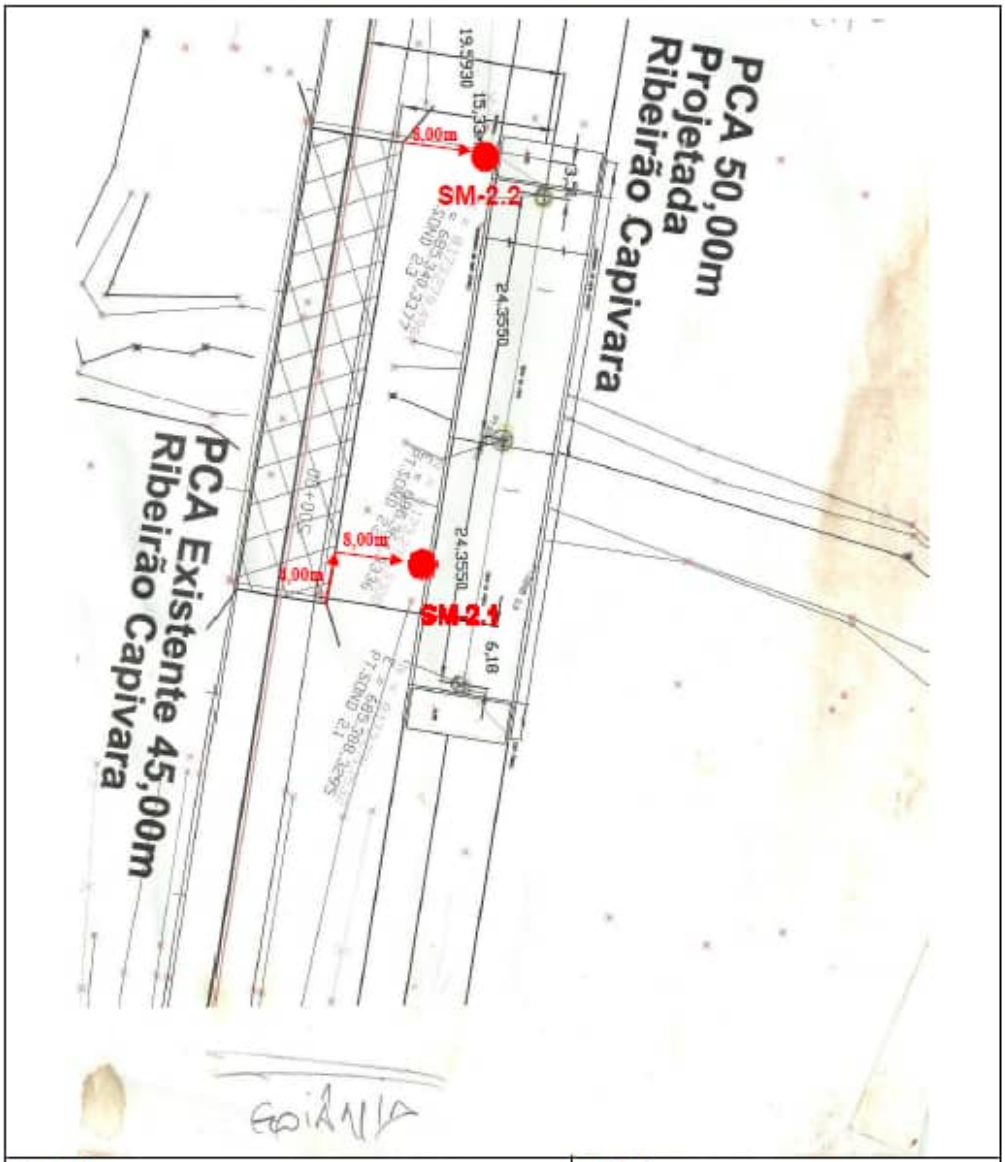
- Identificação da sondagem: número, data de execução, profundidade, etc; e
- Profundidades do N.A;
- Parâmetros geológico-geotécnicos: descrição geológica, resultados dos ensaios SPT (apresentado no gráfico como n° de golpes).

ANEXO A

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS

16/26

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA SONDAGEM



OBRA:	DATA:
OAE PONTE SOBRE RIO CAPIVARA	21/10 a 10/11/2017
LOCAL:	**ESCALA:**
Rodovia GO-462 Rio Capivara – Goiânia/Stº Antônio de Goiás-GO	Sem Escala

17/26

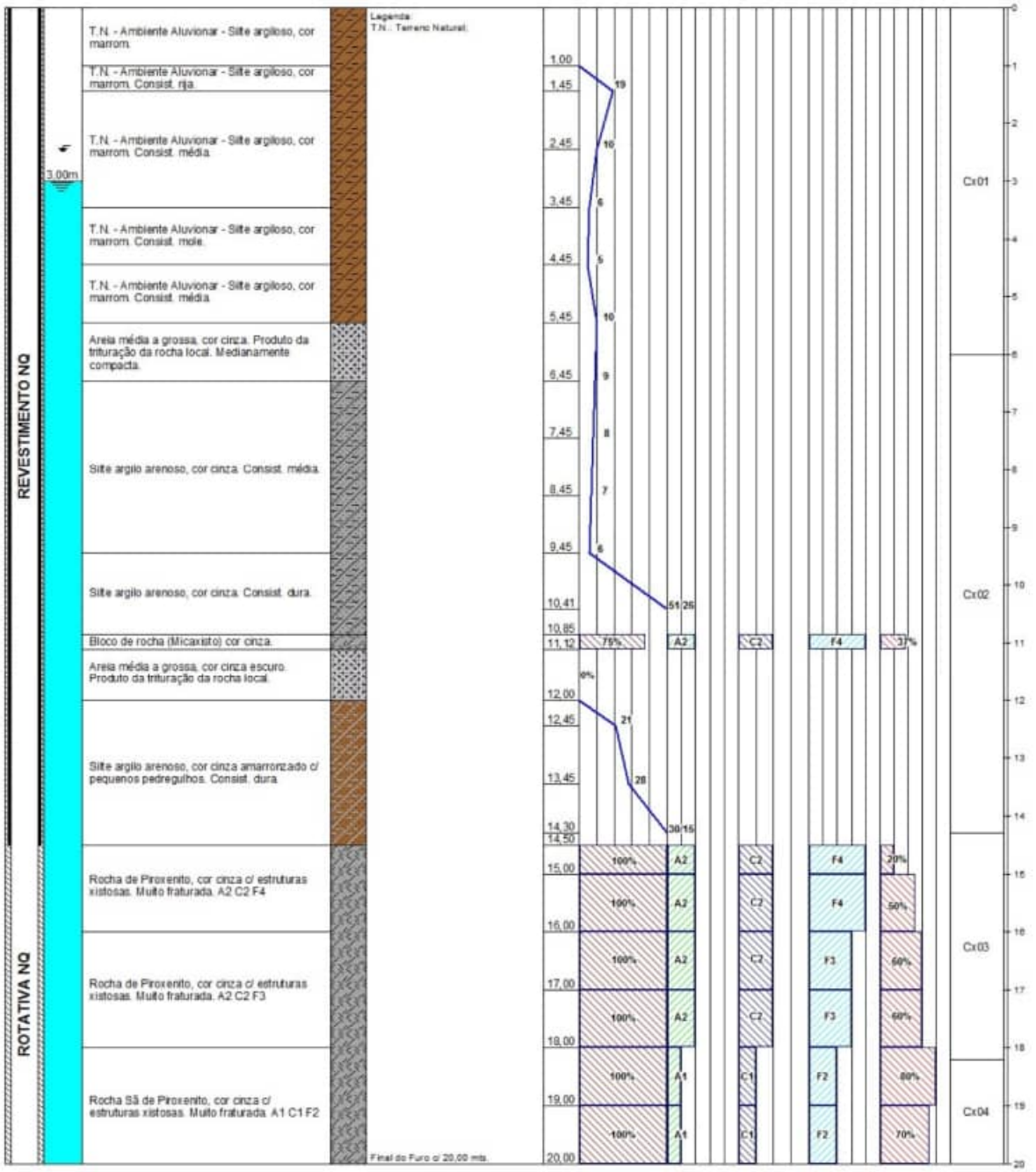
ANEXO B

PERFIS INDIVIDUAIS DAS SONDAGENS MISTAS

18/26

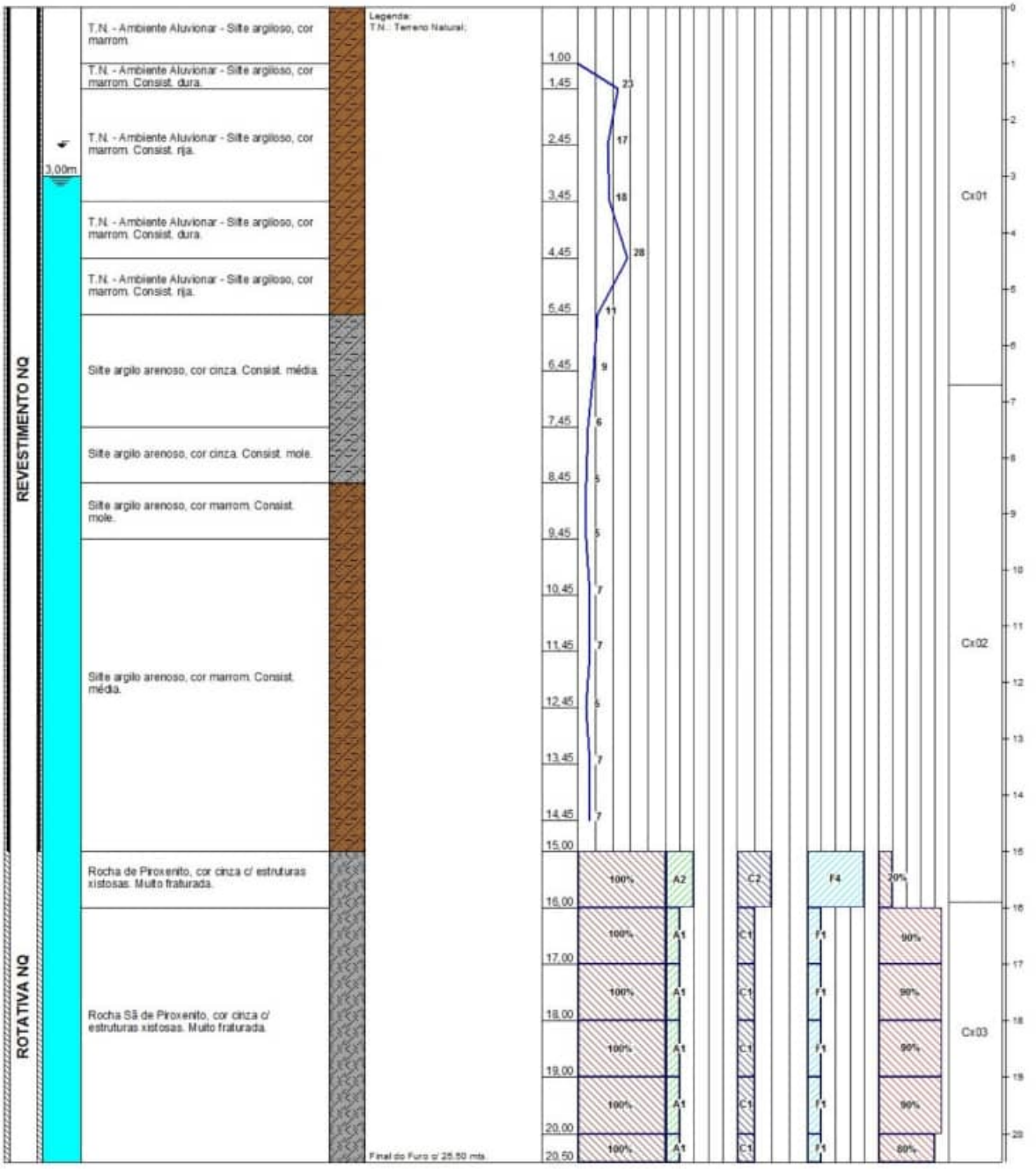
Pró SOLO
SONDAGENS E FUNDAÇÕES LTDA

Pró SOLO SONDAGENS E FUNDAÇÕES LTDA	**PROJETO:** PONTE SOBRE O RIO CAPIVARA **LOCAL:** Rod. GO-462 - Sº Antonio de Goiás/Goiânia-GO **CLASSIF. GEOTÉCNICA:** Geol./Geot. Farid G. Abdallah **ELABORAÇÃO DO PERFIL:** Tec. Andervan Sampaio	**INCL. E AZIMUTE:** Vertical **COORDENADAS:** N: 8173266,2262 E: 685377,70 **COTA DA BOCA:** 732,206m	**DATA INÍCIO:** 21/10/2017 **DATA TÉRMINO:** 01/11/2017 **PROFUNDIDADE FINAL:** 20,00 metros	Nº SONDAGEM **SM: 2.1** FOLHA 1 de 1 — REVISÃO: R0



Pró SOLO
SONDAGENS E FUNDAÇÕES LTDA

Pró SOLO SONDAGENS E FUNDAÇÕES LTDA	**PROJETO:** PONTE SOBRE O RIO CAPIVARA **LOCAL:** Rod. GO-462 - Sto Antonio de Goiás/Goiânia-GO **CLASSIF. GEOTÉCNICA:** Geol./Geot. Farid G. Abdallah **ELABORAÇÃO DO PERFIL:** Tec. Andervan Sampaio	**INCL. E AZIMUTE:** Vertical **COORDENADAS:** N: 8173273,4618 E: 685336,3396 **COTA DA BOCA:** 732,837	**DATA INÍCIO:** 03/11/2017 **DATA TÉRMINO:** 10/11/2017 **PROFUNDIDADE FINAL:** 20,50 metros	Nº SONDAGEM **SM: 2.2** FOLHA: 1 de 1 — REVISÃO: R0



ANEXO C

REGISTRO FOTOGRÁFICO (TRABALHOS REALIZADOS)



Foto. 01 - Detalhe da Sondagem Mista (SM)



Foto. 02 – Detalhe da Sondagem Mista (SM)



Foto. 03 – Detalhe da Sondagem Mista (SM)



Foto. 04 – Detalhe da Sondagem Mista (SM)

ANEXO D

REGISTRO FOTOGRÁFICO (CAIXAS AMOSTRAS)

Foto. 01–Detalhe da Sondagem Mista (SM) – **OAE PONTE RIO CAPIVARA** (Cx. Amostragem SM-2.1)



24/26

Foto. 02– Detalhe da Sondagem Mista (SM) – **OAE PONTE RIO CAPIVARA** (Cx. Amostragem SM-2.2)



Goiânia, 15 de Novembro de 2017.

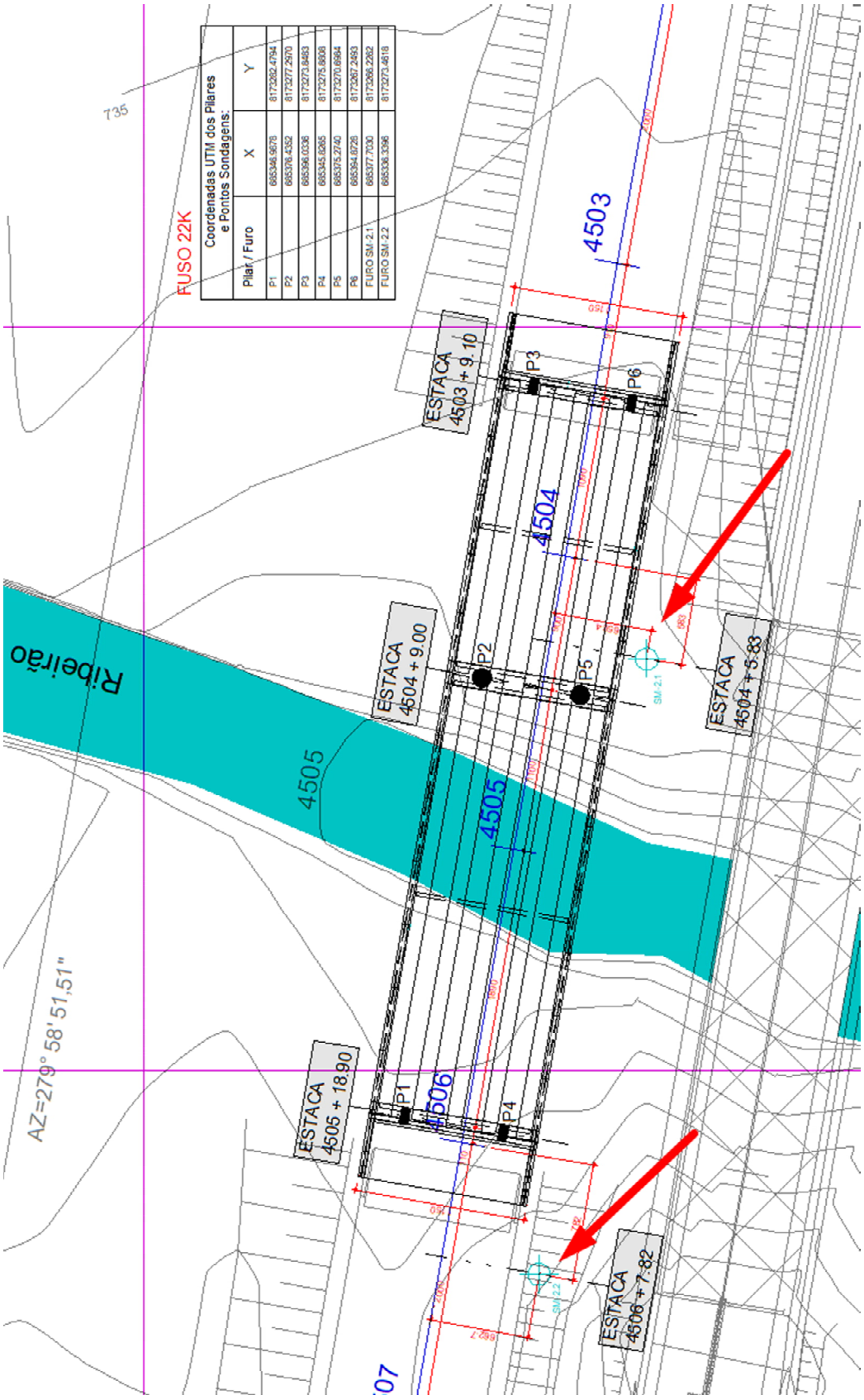
Farid Georges Abdallah Ms.C
Geólogo/Geotécnico – CREA/AL 959 - D

Lindomar Rodrigues Valverde
Engº Civil/Téc. Mineração - CREA 1000198324/D-GO

Participou deste relatório:

- Andervan Sampaio – Técnico

Segue uma imagem com a implantação dos furos de sondagens na obra de arte:



ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA SONDAGEM

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020260050034

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a)

LINDOMAR RODRIGUES VALVERDE — RNP: **1000198324**
Título profissional: **Engenheiro Civil,** — Registro: **1000198324D-GO**
Empresa contratada: **PRO SOLO SONDAGENS E ENGENHARIA LTDA** - Registro CREA-GO: **15035**

2. Dados do Contrato

Contratante: **LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA.** — CPF/CNPJ: **06.158.623/0001-73**
Rua C 165, Nº S/N — Bairro: Jardim América — CEP: 74275-170
Quadra: 366 Lote: 13 — Complemento: Casa 6 — Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: — Fone: (62)98136-9970
Contrato: 459.2017-02-R0 — Celebrado em: 21/10/2017 — Valor Obra/Serviço R$: 15.000,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-462, Ribeirão Capivara, Nº - — Bairro: - — CEP: 75375-000
Quadra: - Lote: - — Complemento: — Cidade: Goiânia e Santo Antônio de Goiás-GO
Data de Início: 21/10/2017 — Previsão término: 15/11/2017 — Coordenadas Geográficas: -16.515380,-49.263239
Finalidade: **Outro**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** — CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: — Fone: (-) - — Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ATUACAO	Quantidade	Unidade
EXECUCAO SONDAGEM	40,50	METROS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Execução de 02 (dois) furos de Sondagens Mistas (Percussão-SPT/Rotativa), para o projeto de OAE que visa a "Implantação da ponte sobre o Ribeirão Capivara", localizado na Rodovia GO-462, Ribeirão Capivara, município de Goiânia e Santo Antônio de Goiás, estado de Goiás.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de _____
Local — Data

Documento assinado digitalmente
gov.br
LINDOMAR RODRIGUES VALVERDE
Data: 19/02/2026 08:53:23-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

LINDOMAR RODRIGUES VALVERDE - CPF: 846.688.901-97

LATITUDE ENGENHARIA E TECNOLOGIA LTDA. - CPF/CNPJ: 06.158.623/0001-73

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO
108,39	18/02/2026	R$ 108,39	28320690126051431	Registrada/OK			

11 ART - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Abaixo está a imagem da ART referente a elaboração do anteprojeto estrutural e planilha orçamentária da OAE para esta obra em questão:



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020260041014

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a)

GABRIEL HENRIQUE FERREIRA RUAS — RNP: **1000116913**
Título profissional: **Engenheiro Civil,** — Registro: **12990/D-GO**
Empresa contratada: **L A PROJETOS ESTRUTURAIS LTDA - Registro CREA-GO: 38204**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** — CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 — Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara — CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - — Complemento: — Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: — Fone: (62)3262-4000
Contrato: 26_002 — Celebrado em: 15/01/2026 — Valor Obra/Serviço R$: 13.800,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-462, Nº - — Bairro: Fazenda Retiro — CEP: 74691-366
Quadra: - Lote: - — Complemento: — Cidade: Goiânia-GO
Data de Início: 15/01/2026 — Previsão término: 30/03/2026 — Coordenadas Geográficas: -16.515374,-49.263277
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** — CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: — Fone: (62) 3262-4000 — Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ATUACAO	Quantidade	Unidade
ANTE-PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	1,00	UNIDADES
ANTE-PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	1,00	UNIDADES
ANTE-PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	1,00	UNIDADES
ORCAMENTO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	1,00	UNIDADES

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Elaboração de anteprojeto estrutural e de fundação, e também planilha orçamentária de uma obra de arte especial de ponte na rodovia GO-462, sobre o Ribeirão Capivara. A estrada é de ligação entre os municípios de Goiânia e Santo Antônio de Goiás. A obra de arte tem o comprimento de 50,90 m e largura de 11,50 m.

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de _____
Local — Data

_____
GABRIEL HENRIQUE FERREIRA RUAS - CPF: 980.762.051-15

_____
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui	Não Possui
108,39	06/02/2026	R$ 108,39	28320690126040717	Registrada/OK		Livro de Ordem	CAT/CAO

12 DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE

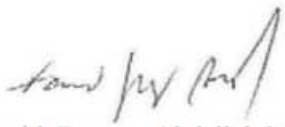
O Engº Gabriel Henrique Ferreira Ruas, CREA 12990/D-GO, responsável pela elaboração deste relatório de anteprojeto estrutural, declara que fez os devidos estudos e pesquisas relativas ao projeto em questão e assume total responsabilidade pelas informações deste documento.



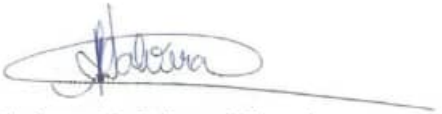
Gabriel Henrique Ferreira Ruas

Engenheiro Civil - CREA 12990/D-GO

O Engº Lindomar Rodrigues Valverde, CREA 1000198314/D-GO, e o Geólogo Georges Abdallah Ms.C CREA 959/D-AL, responsáveis pela elaboração do relatório geotécnico e do Laudo de Sondagem Geotécnica para elaboração do anteprojeto da ponte de concreto armado, localizada na rodovia GO-462, trecho Goiânia/Santo Antônio de Goiás, coordenadas 685396,0336 / 8173273,8483, declaram que fizeram os devidos estudos e pesquisas relativas ao anteprojeto em questão e assumem total responsabilidade pelas informações geotécnicas e os resultados das sondagens realizadas.



Farid Georges Abdallah Ms.C
Geólogo/Geotécnico – CREA/AL 959 - D



Lindomar Rodrigues Valverde
Engº Civil/Téc. Mineração - CREA 1000198324/D-GO

13 TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente relatório, parte integrante do objeto do Contrato de Elaboração de Anteprojeto de Engenharia para construção de Obra de Arte Especial na Rodovia GO-462 sobre o Ribeirão Capivara, encerra através deste termo, possuindo 91 (noventa e uma) páginas, incluindo essa.

Goiânia, 27 de abril de 2026

Gabriel Henrique Ferreira Ruas

Engenheiro Civil - CREA 12990/D-GO