

Aracaju, 14 de março de 2023

À

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade - SEDURBS

Att.: Dr. BRUNO OLIVEIRA

MD: Coordenador da COOP – Coordenadoria de Obras Públicas

REF.: ENTREGA DE PEÇAS TÉCNICAS – PROJETOS DE ENGENHARIA

Prezado Senhores,

Vimos através desta encaminhar as Peças Técnicas referente ao Contrato nº 28/2022, Ordem de Serviço Nº 025/2022 – Objeto: Execução dos Serviços de Elaboração de Projetos de Arquitetura e de Engenharia, para Construção do Conjunto Formado por Atracadouro, Passarela e Píer Flutuante – Etapa 1 da Urbanização da Orla Fluvial e Cais localizado no município de Santana de São Francisco/SE. Ao tempo em que solicitamos V.Sa. autorização para pagamento da mesma.

RELAÇÃO DE SERVIÇO	
ITEM	PROJETOS
1.04	PROJETO ESTRUTURAL, INCLUINDO FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES

Aracaju/SE, 14 de março de 2023


FRDC Arquitetura & Urbanismo
RAFAEL DOMINGUES CORONA
CAU A39988/4
Sócio Administrativo

OBRA: Pier Flutuante
LOCAL: Av. Beira Rio s/n – Santana do São Francisco/SE.
CLIENTE: FRDC Arquitetura e Urbanismo Ltda. / SEDURBS

MEMÓRIA DE CÁLCULO – R00

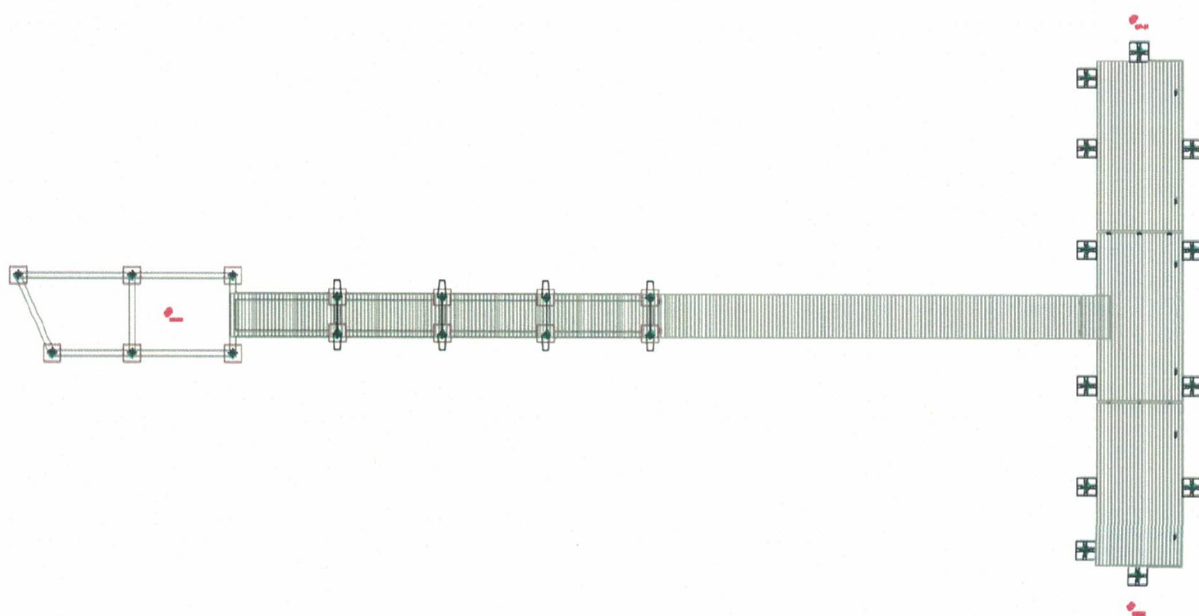
1. LEVANTAMENTO DAS CARGAS NAS ESTRUTURAS

O peso próprio da estrutura foi calculado conforme NBR 6120:1980, considerando os materiais especificados no Layout da estrutura disponibilizado pelo Cliente. Foram obtidos os seguintes valores:

- Peso da passarela fixa (15,0 m): 1.119,50 kg
- Peso da passarela móvel (15,0 m): 1.119,50 kg
- Sobrecarga vertical da passarela (conforme NBR 9782:1987): 5 kN/m²;
- Sobrecarga na plataforma flutuante (conforme NBR 9782:1987): 10 kN/m².

2. AÇÕES DE AMARRAÇÃO DE EMBARCAÇÕES

Foram calculadas as ações decorrentes de atracação e amarração de embarcações no pier flutuante, conforme NBR 9782:1987



Para o cálculo da energia de atracação e das forças de amarração, foi considerado o barco típico utilizado no cais, representado na figura a seguir:



Desse barco são estimados o comprimento de aproximadamente 22,0 m de comprimento, 6,0 m de altura, e altura de calado máximo (em carga) igual a 1,0 m. **Caso seja constatado que os valores admitidos para embarcação são divergentes aos previstos para atracação no píer esse memorial deve ser revisado.**

Uma vez que no projeto de layout da estrutura do píer não são contempladas a previsão de defensas marítimas para atracação, essas forças não são consideradas como atuantes no dimensionamento das estacas sob o píer flutuante.

2.1 Força devido ao vento:

De acordo com a NBR 9782:1987, o esforço devido ao vento sobre uma embarcação pode ser calculado pela expressão:

$$R = k \frac{V^2}{1600} (A_T \cos^2 \theta + A_L \sin^2 \theta)$$

Onde:

- R = Força devido ao vento em kN;
- V = Velocidade característica do vento em m/s;
- k = coeficiente de forma;
- A_T = área da seção transversal do navio acima do nível d'água em m²;
- A_L = área de seção longitudinal do navio acima do nível d'água em m²;
- θ = Ângulo formado pela direção do vento com o eixo longitudinal do navio, adotado 90° (pior situação).

De acordo com a norma NBR 6123, a velocidade característica do vento é calculada a partir da seguinte expressão:

$$V = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

Onde:

- V_0 = Velocidade básica do vento;
- S_1 = Fator topográfico;
- S_2 = Fator de rugosidade;
- S_3 = Fator probabilístico.

A velocidade básica do vento considerada foi de 30 m/s; $S_1 = 1$, pois o terreno é plano; $S_3 = 0,95$; e para o cálculo de S_2 foram consideradas que a embarcação se encontra na Categoria de Rugosidade I e na Classe de Edificação A.

$$S_2 = b F_r \left(\frac{z}{10} \right)^p$$

Com $F_r = 1$; $b = 1,10$ e $p = 0,06$. Assim:

$$S_2 = 1,10 \times 1,00 \left(\frac{6}{10} \right)^{0,06} = 1,07$$

A velocidade característica do vento é igual a:

$$V = 30 \times 1 \times 0,95 \times 1,07 = 30,50 \text{ m/s}$$

A força de amarração devido ao vento é igual a:

$$R_v = 1,2 \frac{30,50^2}{1600} (6 \times 22 \times 1) = 92,10 \text{ kN}$$

2.2 Força devido à corrente fluvial:

De acordo com a NBR 9782:1987, o esforço devido às correntes sobre uma embarcação pode ser calculado pela expressão:

$$R = 0,528 \times V^2 \times L \times D \times k$$

Onde:

- R = Valor do esforço na direção da corrente em kN;
- k = Coeficiente de forma;
- V = Velocidade da corrente em m/s;
- L = Comprimento do navio entre perpendiculares em m;
- D = Calado da embarcação em m.

Sendo o valor máximo corrente fluvial de acordo com levantamento hidrográfico (RT-PE3007-LH-RIO SÃO FRANCISCO_SSF-SE) o máximo foi aproximadamente 0,70 m/s. No entanto, o mínimo admitido pela NBR 9782 é de 1,0 m/s.

O valor de k é determinado a partir da Tabela a seguir.

θ (A) h/D	0°	20°	40°	60°	80°	90°
1,1	0,0	1,2	3,1	4,1	4,6	4,7
1,5	0,0	0,5	1,3	2,0	2,3	2,3
7,0	0,0	0,2	0,6	0,8	0,9	0,9

(A) Ângulo formado pela direção da corrente com o eixo longitudinal do navio

Admitindo-se um valor de lâmina de água mínima na região de atracação igual a $h = 1,75$ m, e o valor de calado da embarcação $D = 1,0$ m, tem-se através de interpolação linear, para o caso de corrente fluvial a 90° , um valor de aproximadamente $k = 2,24$.

Dessa forma:

$$R_f = 0,528 \times 1^2 \times 22 \times 1 \times 2,24 = 26,02 \text{ kN}$$

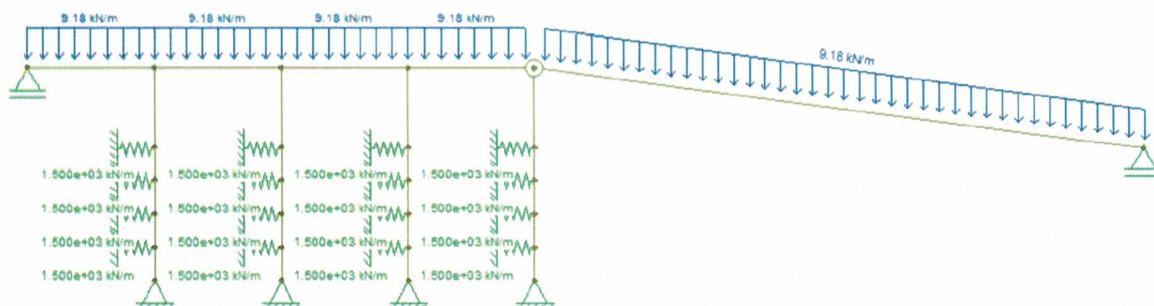
2.3 Esforço horizontal resultante:

$$R = R_v + R_f = 92,10 + 26,02 = 118,12 \text{ kN}$$

3. ESTACAS

3.1. Passarela fixa

Para determinação dos esforços nas estacas de apoio da passarela fixa, foi feita uma análise simplificada bidimensional no software FTool (modelo abaixo):



The diagram shows a frame structure with nodes and elements. The nodes are labeled with their coordinates (x, y) in meters. The elements are labeled with their length in meters. The loads are labeled with their magnitude in kN.

Nodes:

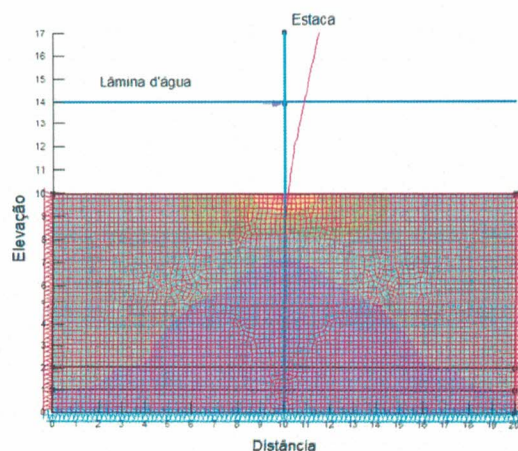
- Node 1: (0.0, 0.0)
- Node 2: (0.1, 0.0)
- Node 3: (0.2, 0.0)
- Node 4: (0.3, 0.0)
- Node 5: (0.4, 0.0)
- Node 6: (0.5, 0.0)
- Node 7: (0.6, 0.0)
- Node 8: (0.7, 0.0)
- Node 9: (0.8, 0.0)
- Node 10: (0.9, 0.0)
- Node 11: (1.0, 0.0)
- Node 12: (1.1, 0.0)
- Node 13: (1.2, 0.0)
- Node 14: (1.3, 0.0)
- Node 15: (1.4, 0.0)
- Node 16: (1.5, 0.0)
- Node 17: (1.6, 0.0)
- Node 18: (1.7, 0.0)
- Node 19: (1.8, 0.0)
- Node 20: (1.9, 0.0)
- Node 21: (2.0, 0.0)
- Node 22: (2.1, 0.0)
- Node 23: (2.2, 0.0)
- Node 24: (2.3, 0.0)
- Node 25: (2.4, 0.0)
- Node 26: (2.5, 0.0)
- Node 27: (2.6, 0.0)
- Node 28: (2.7, 0.0)
- Node 29: (2.8, 0.0)
- Node 30: (2.9, 0.0)
- Node 31: (3.0, 0.0)
- Node 32: (3.1, 0.0)
- Node 33: (3.2, 0.0)
- Node 34: (3.3, 0.0)
- Node 35: (3.4, 0.0)
- Node 36: (3.5, 0.0)
- Node 37: (3.6, 0.0)
- Node 38: (3.7, 0.0)
- Node 39: (3.8, 0.0)
- Node 40: (3.9, 0.0)
- Node 41: (4.0, 0.0)
- Node 42: (4.1, 0.0)
- Node 43: (4.2, 0.0)
- Node 44: (4.3, 0.0)
- Node 45: (4.4, 0.0)
- Node 46: (4.5, 0.0)
- Node 47: (4.6, 0.0)
- Node 48: (4.7, 0.0)
- Node 49: (4.8, 0.0)
- Node 50: (4.9, 0.0)
- Node 51: (5.0, 0.0)
- Node 52: (5.1, 0.0)
- Node 53: (5.2, 0.0)
- Node 54: (5.3, 0.0)
- Node 55: (5.4, 0.0)
- Node 56: (5.5, 0.0)
- Node 57: (5.6, 0.0)
- Node 58: (5.7, 0.0)
- Node 59: (5.8, 0.0)
- Node 60: (5.9, 0.0)
- Node 61: (6.0, 0.0)
- Node 62: (6.1, 0.0)
- Node 63: (6.2, 0.0)
- Node 64: (6.3, 0.0)
- Node 65: (6.4, 0.0)
- Node 66: (6.5, 0.0)
- Node 67: (6.6, 0.0)
- Node 68: (6.7, 0.0)
- Node 69: (6.8, 0.0)
- Node 70: (6.9, 0.0)
- Node 71: (7.0, 0.0)
- Node 72: (7.1, 0.0)
- Node 73: (7.2, 0.0)
- Node 74: (7.3, 0.0)
- Node 75: (7.4, 0.0)
- Node 76: (7.5, 0.0)
- Node 77: (7.6, 0.0)
- Node 78: (7.7, 0.0)
- Node 79: (7.8, 0.0)
- Node 80: (7.9, 0.0)
- Node 81: (8.0, 0.0)
- Node 82: (8.1, 0.0)
- Node 83: (8.2, 0.0)
- Node 84: (8.3, 0.0)
- Node 85: (8.4, 0.0)
- Node 86: (8.5, 0.0)
- Node 87: (8.6, 0.0)
- Node 88: (8.7, 0.0)
- Node 89: (8.8, 0.0)
- Node 90: (8.9, 0.0)
- Node 91: (9.0, 0.0)
- Node 92: (9.1, 0.0)
- Node 93: (9.2, 0.0)
- Node 94: (9.3, 0.0)
- Node 95: (9.4, 0.0)
- Node 96: (9.5, 0.0)
- Node 97: (9.6, 0.0)
- Node 98: (9.7, 0.0)
- Node 99: (9.8, 0.0)
- Node 100: (9.9, 0.0)
- Node 101: (10.0, 0.0)
- Node 102: (10.1, 0.0)
- Node 103: (10.2, 0.0)
- Node 104: (10.3, 0.0)
- Node 105: (10.4, 0.0)
- Node 106: (10.5, 0.0)
- Node 107: (10.6, 0.0)
- Node 108: (10.7, 0.0)
- Node 109: (10.8, 0.0)
- Node 110: (10.9, 0.0)
- Node 111: (11.0, 0.0)
- Node 112: (11.1, 0.0)
- Node 113: (11.2, 0.0)
- Node 114: (11.3, 0.0)
- Node 115: (11.4, 0.0)
- Node 116: (11.5, 0.0)
- Node 117: (11.6, 0.0)
- Node 118: (11.7, 0.0)
- Node 119: (11.8, 0.0)
- Node 120: (11.9, 0.0)
- Node 121: (12.0, 0.0)
- Node 122: (12.1, 0.0)
- Node 123: (12.2, 0.0)
- Node 124: (12.3, 0.0)
- Node 125: (12.4, 0.0)
- Node 126: (12.5, 0.0)
- Node 127: (12.6, 0.0)
- Node 128: (12.7, 0.0)
- Node 129: (12.8, 0.0)
- Node 130: (12.9, 0.0)
- Node 131: (13.0, 0.0)
- Node 132: (13.1, 0.0)
- Node 133: (13.2, 0.0)
- Node 134: (13.3, 0.0)
- Node 135: (13.4, 0.0)
- Node 136: (13.5, 0.0)
- Node 137: (13.6, 0.0)
- Node 138: (13.7, 0.0)
- Node 139: (13.8, 0.0)
- Node 140: (13.9, 0.0)
- Node 141: (14.0, 0.0)
- Node 142: (14.1, 0.0)
- Node 143: (14.2, 0.0)
- Node 144: (14.3, 0.0)
- Node 145: (14.4, 0.0)
- Node 146: (14.5, 0.0)
- Node 147: (14.6, 0.0)
- Node 148: (14.7, 0.0)
- Node 149: (14.8, 0.0)
- Node 150: (14.9, 0.0)
- Node 151: (15.0, 0.0)
- Node 152: (15.1, 0.0)
- Node 153: (15.2, 0.0)
- Node 154: (15.3, 0.0)
- Node 155: (15.4, 0.0)
- Node 156: (15.5, 0.0)
- Node 157: (15.6, 0.0)
- Node 158: (15.7, 0.0)
- Node 159: (15.8, 0.0)
- Node 160: (15.9, 0.0)
- Node 161: (16.0, 0.0)
- Node 162: (16.1, 0.0)
- Node 163: (16.2, 0.0)
- Node 164: (16.3, 0.0)
- Node 165: (16.4, 0.0)
- Node 166: (16.5, 0.0)
- Node 167: (16.6, 0.0)
- Node 168: (16.7, 0.0)
- Node 169: (16.8, 0.0)
- Node 170: (16.9, 0.0)
- Node 171: (17.0, 0.0)
- Node 172: (17.1, 0.0)
- Node 173: (17.2, 0.0)
- Node 174: (17.3, 0.0)
- Node 175: (17.4, 0.0)
- Node 176: (17.5, 0.0)
- Node 177: (17.6, 0.0)
- Node 178: (17.7, 0.0)
- Node 179: (17.8, 0.0)
- Node 180: (17.9, 0.0)
- Node 181: (18.0, 0.0)
- Node 182: (18.1, 0.0)
- Node 183: (18.2, 0.0)
- Node 184: (18.3, 0.0)
- Node 185: (18.4, 0.0)
- Node 186: (18.5, 0.0)
- Node 187: (18.6, 0.0)
- Node 188: (18.7, 0.0)
- Node 189: (18.8, 0.0)
- Node 190: (18.9, 0.0)
- Node 191: (19.0, 0.0)
- Node 192: (19.1, 0.0)</

- A partir do dimensionamento geotécnico e estrutural, tem-se como alternativa de solução para as estacas de apoio da passarela fixa:

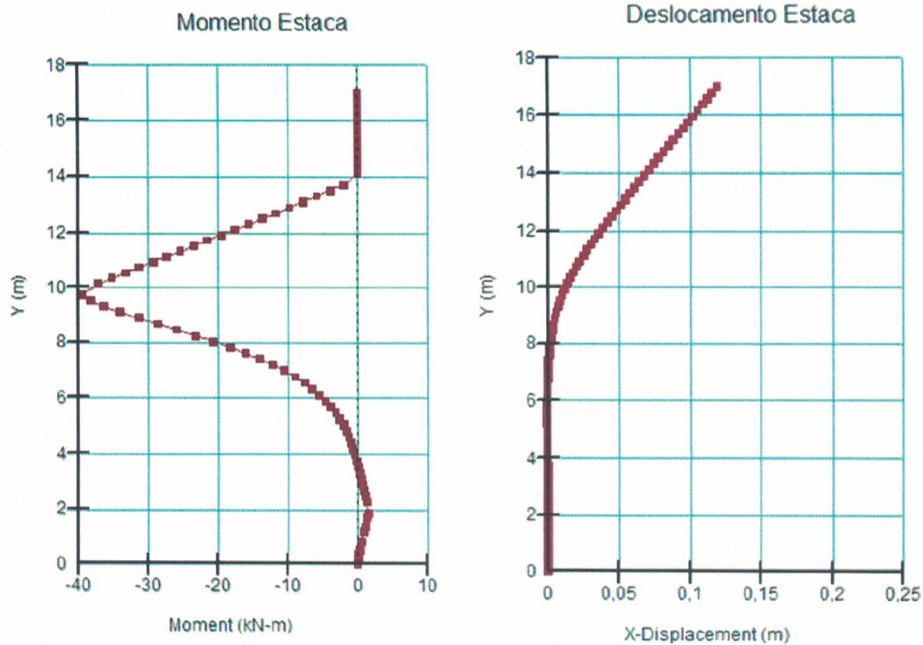
- ### 3.2. Píer flutuante

Foi realizada uma análise tensão-deformação bidimensional para as estacas, considerando a ação horizontal, na posição do nível máximo normal da lâmina d'água, na ferramenta de elementos finitos SIGMA/W. O modelo está apresentado abaixo:

MODELO DEFORMADO



- Resultados:



Com o momento máximo na estaca (40,0 kN.m) e para esforço normal praticamente nulo, temos a partir do dimensionamento geotécnico e estrutural, conforme NBR 8800/2008, a seguinte alternativa de solução para as estacas-guia do píer flutuante:

- Estacas metálicas tipo tubo 10" e=9,73 mm;
- Comprimento estimado **em solo**: 5 a 10 m.

Demóstenes de A. Cavalcanti Jr
Eng. Civil, MSc CREA/SE 4158/D

Carlos Rezende Cardoso Júnior
Eng. Civil, MSc CREA/SE 12217/D



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

CREA-SE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº SE20230316612

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Sergipe

INICIAL

1. Responsável Técnico

CARLOS REZENDE CARDOSO JUNIOR

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL, MESTRADO EM ENG. CIVIL AREA CONCENT. GEOTECNICA, MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL - ÁREA: ENGENHARIA GEOTÉCNICA** RNP: 2700628667
Registro: 12217SE

Empresa contratada: **GEOTEC - CONSULTORIA E SERVIÇOS LTDA - EPP**

Registro: 0000000683-SE

2. Dados do Contrato

Contratante: **FRDC ARQUITETURA E URBANISMO LTDA**

CPF/CNPJ: 46.170.515/0001-30

RUA DOM BOSCO

Nº: 1147

Complemento:

Bairro: **SUÍSSA**

Cidade: **ARACAJU**

UF: **SE**

CEP: 49050220

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em:

Valor: **R\$ 12.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

AVENIDA BEIRA RIO

Nº: 153

Complemento:

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **SANTANA DO SÃO FRANCISCO**

UF: **SE**

CEP: 49985000

Data de Início: **09/01/2022**

Previsão de término: **27/01/2023**

Coordenadas Geográficas: **-10.291381, -36.602774**

Finalidade: **SEM DEFINIÇÃO**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E SUSTENTABILIDADE**

CPF/CNPJ: 34.841.267/0001-23

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
80 - Projeto > ESTRUTURAS > FUNDAÇÕES > DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS > #TOS_2.9.2.1 - EM ESTACAS METÁLICAS	20,00	un
80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS DE CONCRETO E ARGAMASSA ARMADA > #TOS_2.1.1 - DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	12,94	m3

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FUNDAÇÃO PARA O ATRACADOURO ? RIO SÃO FRANCISCO, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SANTANA DO SÃO FRANCISCO, ESTADO DE SERGIPE. PARA PASSARELA FIXA E ESTRUTURA DE APOIO FOI ADOTADA A SOLUÇÃO DE FUNDAÇÃO EM ESTACA METÁLICA TUBO 10? e=9,3mm COM COMPRIMENTO DE 8,0 m, TOTALIZANDO 14 UNIDADES DE ESTACAS. PARA O PIER FLUTUANTE FOI ADOTADA A SOLUÇÃO DE FUNDAÇÃO EM ESTACA METÁLICA TUBO 10? e=6,3mm COM COMPRIMENTO DE 14,0 m, TOTALIZANDO 06 UNIDADES DE ESTACAS. ESTRUTURAL (BLOCOS DE COROAMENTO e VIGAS) VOLUME DE CONCRETO DE 12,94 m³.

6. Declarações

- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-SE, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar

7. Entidade de Classe

NENHUMA - NAO OPTANTE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

CARLOS REZENDE CARDOSO JUNIOR - CPF: 987.473.715-87

Local _____ de _____ de _____
data

FRDC ARQUITETURA E URBANISMO LTDA - CNPJ: 46.170.515/0001-30

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 96,62**

Registrada em: **27/01/2023**

Valor pago: **R\$ 96,62**

Nosso Número: **8202647923**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <http://crea-se.sitac.com.br/publico/>, com a chave: czbw2
Impresso em: 30/01/2023 às 10:21:07 por: , ip: 200.25.56.74

www.crea-se.org.br
Tel: 3234-3000

crea-se@crea-se.org.br
Fax: XXXX-XXXX

CREA-SE
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Sergipe

