





**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**2/26**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....</b>	<b>6</b>
<b>3. REGULAMENTOS E NORMAS .....</b>	<b>6</b>
<b>4. REFERENCIAIS TOPOGRÁFICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. NÍVEL DA ESTRUTURA.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. NÍVEL DA ÁGUA.....</b>	<b>7</b>
<b>5. FLUTUANTE.....</b>	<b>8</b>
<b>6. GEOTECNIA.....</b>	<b>9</b>
<b>6.1. SONDAGENS REALIZADAS .....</b>	<b>9</b>
<b>6.2. SONDAGENS A SER REALIZADAS.....</b>	<b>9</b>
<b>7. DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>7.1. INFRAESTRUTURA .....</b>	<b>10</b>
<b>7.1.1. SALA DE ESPERA.....</b>	<b>10</b>
<b>7.1.2. FLUTUANTE .....</b>	<b>11</b>
<b>7.2. SUPERESTRUTURA.....</b>	<b>15</b>
<b>7.2.1. SALA DE ESPERA.....</b>	<b>15</b>
<b>7.2.2. PASSARELA DE ACESSO .....</b>	<b>16</b>
<b>7.2.3. FLUTUANTE .....</b>	<b>21</b>
<b>8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE.....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXO A - VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURIAS DA SALA DE ESPERA .....</b>	<b>24</b>

GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO



NÚMERO ATLSUL:

**ATL 0067-320-C-MC-10001**

NÚMERO CLIENTE:

--

**Atlântico Sul**  
CONSULTORIA

**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**3/26**

**ANEXO B - VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURIAS DA PASSARELA DE ACESSO...25**

**ANEXO C - VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURIAS DO FLUTUANTE.....26**

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO 	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	<b>Atlântico Sul</b> CONSULTORIA 
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b>
		FOLHA: <b>4/26</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. – Esforço – Verificação de resistência – Seção de 35 cm .....	11
Figura 2. – Esforço – Verificação de resistência – Seção de 60 cm .....	12
Figura 3. – Esforço – Verificação de resistência – Seção de 70 cm .....	13
Figura 4. – Esforço – Momento Fletor em Cariacica; Centro; Praça do Para e Prainha respectivamente .....	14

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO 	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	<b>Atlântico Sul</b> CONSULTORIA
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b>
		FOLHA: <b>5/26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo apresentar as considerações e dimensionamentos utilizados para o projeto do Aquaviário da Grande Vitória, envolvendo todas as estruturas que o compõe. Esse documento contempla as 4 instalações, cada uma composta por: Sala de Espera, Passarela de Acesso e Plataforma Flutuante. As estruturas serão locadas nas proximidades do:

- Centro de Vitória, ao lado do píer da CODESA - Vitória/ES;
- Praça do Papa – Vitória/ES;
- Porto de Santana - Cariacica/ES; e
- Prainha de Vila Velha/ES.

As estruturas de Cariacica e Praça do Papa possuem a sala de espera em formato retangular, enquanto a sala de espera do Centro e Prainha possuem uma extensão dedicada à projetar a passarela a fim do flutuante alcançar maior profundidade.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO 	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	<b>Atlântico Sul</b> CONSULTORIA
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  PROJETO EXECUTIVO  AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b>
		FOLHA: <b>6/26</b>

## 2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Os seguintes documentos foram utilizados como referência para a preparação do dimensionamento das estruturas:

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| [1] | ATL-0067-320-C-MD-10001                   | NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA/<br>PROJETO EXECUTIVO/ AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA/ MEMORIAL DESCRITIVO   |
| [2] | ATL-0067-320-C-DE-00101/00201/00301/00401 | NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA/<br>PROJETO EXECUTIVO/ BAIA DE VITÓRIA/ES/<br>IMPLANTAÇÃO – PRAÇA DO PAPA/ PORTO DE SANTANA CARIACICA/ CENTRO DE VITÓRIA/<br>PRAINHA DE VILA VELHA |
| [3] | ATL 0067-320-C-DE-00102                   | NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA/<br>PROJETO EXECUTIVO/ BAIA DE VITÓRIA/ES/ SALA DE ESPERA TIPO A - ARRANJO GERAL E CORTES  |
| [4] | ATL 0067-320-C-DE-00302                   | NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA/ PROJETO EXECUTIVO/ BAIA DE VITÓRIA/ES/ SALA DE ESPERA TIPO B - ARRANJO GERAL E CORTES   |
| [5] | ATL 0067-320-C-RL-09001                   | NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA/<br>PROJETO EXECUTIVO/ AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA/ LEVANTAMENTO DE CAMPO –<br>SONDAGENS SPT  |

## 3. REGULAMENTOS E NORMAS

A não ser quando especificamente indicado em contrário, o projeto baseou-se na aplicação das seções e últimas revisões das normas brasileiras da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As seguintes normas técnicas da ABNT foram adotadas no desenvolvimento do projeto:

- |          |  |
|----------|--|
| NBR 6118 | Projeto de estruturas de concreto - Procedimento |
| NBR 6122 | Projeto e execução de fundações                  |
| NBR 6123 | Forças devidas ao vento em edificações           |

**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**7/26**

NBR 7187	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento
NBR 7188	Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre
NBR 8681	Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
NBR 8800	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e de concreto de edifícios
NBR 9062	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
NBR 9782	Ações em estruturas portuárias, marítimas ou fluviais – Procedimento
NBR 11240	Utilização de defensas portuárias – Procedimento
NBR 11832	Defensas portuárias de elastômeros – Especificação
NBR 13209	Planejamento portuário – Obras de acostagem – Aspectos náuticos
NBR 13246	Planejamento portuário – Aspectos náuticos – Procedimento
NR 29	Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário

## 4. REFERENCIAIS TOPOGRÁFICOS

### 4.1. NÍVEL DA ESTRUTURA

A estrutura da Sala de espera, possui acesso pelo nível +2,60 DHN e saída para passarela de acesso no nível +2,25 DHN.

### 4.2. NÍVEL DA ÁGUA

A variação do nível de maré a ser considerado no projeto para a região da Baía de Vitória será de:

- Nível máximo: +1,50 m (DHN)
- Nível mínimo: +0,00 m (DHN)

 GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	 Atlântico Sul CONSULTORIA
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b> FOLHA: <b>8/26</b>

## 5. FLUTUANTE

Para a construção do flutuante, buscou-se aliar materiais que tivessem resistência suficiente para a absorção e transferência dos impactos provenientes da operação dos terminais, com materiais leves que garantissem a flutuabilidade da estrutura. Assim, para a função estrutural adotou-se o concreto armado, com concreto impermeável de 50 MPa. Para garantir a flutuabilidade da estrutura foram projetados vazios internos, de modo que a densidade da estrutura como um todo fosse menor que a da água.

Apesar de que o concreto a ser empregado para a construção dos flutuantes deva ser impermeável, esses vazios devem ser preenchidos, de modo que o material de enchimento impeça que uma possível infiltração acabe preenchendo esses vazios com água. Assim, optou-se por efetuar o preenchimento com EPS de alta densidade, por se tratar de um material basicamente composto de ar (98%). Outra propriedade que justifica a sua adoção, é a baixa absorção de água, em torno de 3% para o EPS adotado (de acordo com a NBR 11752:2016).

Assim, a estrutura flutuante possui dimensões de 18 m x 5 m com altura de 1,60 m, formada por lajes de 9 cm a 12 cm de concreto armado e preenchidas por EPS de alta densidade que garantem a flutuabilidade. Devido sua forma retangular, o flutuante possui aumento de calado diretamente proporcional ao peso aplicado, calando 10 cm a cada 9 toneladas.

Por fim, o flutuante com essa configuração ficou com peso aproximado de 730 kN de concreto com 20,6 kN de EPS. Com a consideração do peso das guias e cabeços fixados no flutuante, seu calado possui os seguintes valores conforme carga atribuída:

	<b>Calado do Flutuante (m)</b>
<b>Sem sobrecarga</b>	0,87
<b>Com apoio da Passarela de Acesso</b>	0,95
<b>Com 150 pessoas na Passarela de Acesso</b>	1,02
<b>Com 150 pessoas na Passarela de Acesso e 36 pessoas no flutuante</b>	1,14
<b>Com 250 pessoas na Passarela de Acesso e 54 pessoas no flutuante</b>	1,26

 GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	 Atlântico Sul CONSULTORIA
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b>
		FOLHA: <b>9/26</b>

Verifica-se, que a condição de utilização frequente do flutuante possui calado próximo a 1,00 m e 0,6 m acima da linha d'água. As verificações estruturais do flutuante estão no ANEXO C desta memória de cálculo

## 6. GEOTECNIA

Foram investigados os locais onde serão cravadas as estacas guia do flutuante para fins de dimensionamento da estaca. Foram encontradas camadas impenetráveis ao trépano, consideradas como rochas magmáticas com alto RQD. Esse critério foi adotado pela contratante e deverá ser confirmado com sondagem rotativa em obra, caso não se confirme, o projetista deverá ser consultado.

Já para as estacas em terra, não houveram sondagens investigativas. Para fins de cálculo foi adotado um solo argiloso com Nspt médio de 5. A capacidade de carga deverá ser confirmada com sondagens SPT no local em fase de construção. Caso as premissas adotadas não sejam confirmadas, o projetista deverá ser consultado.

### 6.1. SONDAgens REALIZADAS

Conforme perfis de sondagem SPT obtidos em cada local, em alguns locais a camada de solo disponível mostrou-se insuficiente para a absorção dos esforços necessários para a operação do flutuante. Isso resultou na necessidade de perfuração em rocha nesses locais, sendo os terminais de Porto de Santana/Cariacica, Centro de Vitória e Prainha de Vila Velha.

### 6.2. SONDAgens A SER REALIZADAS

Como mencionado, não foram realizadas sondagens rotativas nas áreas de cravação de estacas em mar, sendo necessária a verificação das premissas adotadas em relação ao RQD das rochas ali presentes. Portanto, se faz necessário a realização de sondagens rotativas nos locais de implantação de flutuantes que terão suas estacas com perfuração em rocha, sendo os terminais de Cariacica, Centro de Vitória e Prainha de Vila Velha.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO 	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b> FOLHA: <b>10/26</b>

Também não foram realizadas sondagens SPT em terra, onde serão executadas as fundações das salas de espera, portanto, as premissas adotadas para a elaboração do projeto de fundações também deverão ser confirmadas previamente à construção através da realização de sondagens SPT nessas áreas.

## 7. DIMENSIONAMENTO

### 7.1. INFRAESTRUTURA

#### 7.1.1. SALA DE ESPERA

Tendo em vista a inexistência de sondagem no ponto exato da sala de espera, não se optou pelo uso de soluções de fundações rasas, visto que nenhuma outra sondagem, mesmo em mar, apresentou alta resistência já nos primeiros metros.

Com isso, apenas resta soluções com fundações profundas. Também não se identificou um bolsão de solo mais resistente no fundo que justificasse o uso de tubulão, além de ser uma técnica de maior risco de execução, portanto, adotou-se estacas escavadas do tipo hélice contínua.

A máxima carga de trabalho encontrada para as referidas estacas foi de 112,6 kN. Para essa carga e considerando os critérios do item 6 desse documento, a profundidade de 11,6 m foi suficiente para suporte da carga pelo solo com uma estaca de concreto tipo hélice contínua com 35 cm de diâmetro.

Para esse esforço, verifica-se que uma armadura composta de 12 barras de 12 mm é suficiente para o Estado Limite Ultimo da estaca.

Seção da Estaca

Diâmetro = 35 cm

20 MPa

12  $\Phi$  12,5mm

Nd = 110,0 kN

Mdx = 30,0 kN.m



**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

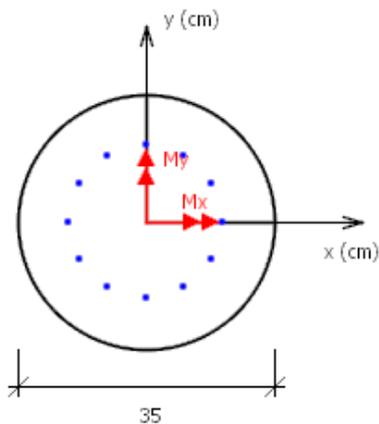
REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**11/26**

Seção Transversal



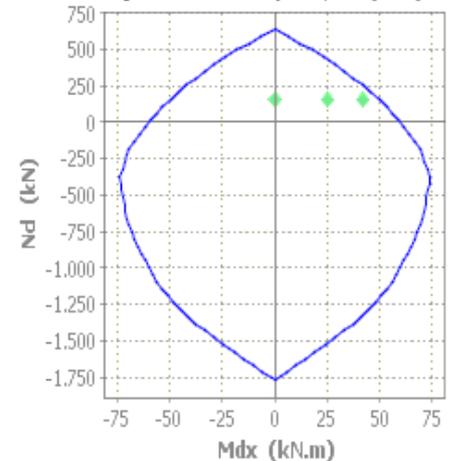
Resultados

Combinação: 

Taxa de armadura = 1.53 %

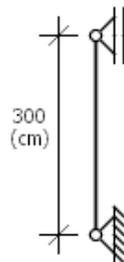
Índice de Esbeltez:  $\lambda_x = 34$   
 $\lambda_y = 34$ Concreto:  $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ 

Diagrama de Interação N, Mx (FCN)

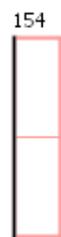


Esforços

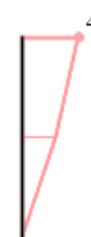
z	Msd,x	Msd,y	F.S.
L (Topo)	42	0	1.18
Intermed.	25.2	0	1.97
0 (Base)	0	0	Ok!



Nsd (kN)



Msd,x (kN.m)



Msd,y (kN.m)



**Figura 1. – Esforço – Verificação de resistência – Seção de 35 cm**

### 7.1.2. FLUTUANTE

Para as estacas guia do flutuante, a determinação do seu comprimento se concretizou pela capacidade de absorção da força horizontal. Tendo em vista que é uma estaca guia, a carga vertical é extremamente baixa. Tendo em vista essa consideração, apenas o solo apresentado na região da praça do papa possui capacidade de anular as deformações no pé da estaca, enquanto os demais locais encontraram solo impenetrável (adotado como rocha, a ser confirmado em sondagem rotativa durante obra) em profundidades rasas. Para os demais locais, foi necessária perfuração em rocha para engastamento da estaca.

### 7.1.2.1. ESTACAS

A máxima carga de trabalho encontrada para as estacas em mar foi de 290,88 kN. Para essa carga e considerando os critérios do item 6 desse documento, a profundidade das estacas foram consideradas até o impenetrável, sendo necessária perfuração em rocha em Cariacica, Centro de Vitória e Prainha de Vila Vela devido a incapacidade de manter o pé da estaca rotulado e o grande deslocamento que isso acarretaria no pé e no topo da estaca.

Considerando os boletins de sondagem, abaixo são apresentados os diagramas de esforço fletor das estacas, visto que os principais esforços são decorrentes de forças horizontais da atracação e amarração, sendo a atracação a maior delas com 114,0 kN.

#### Seção do pino

Diâmetro = 60 cm

20 Mpa

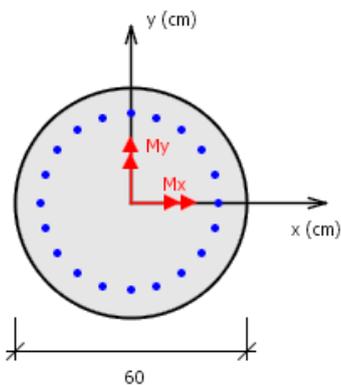
20 fi 25mm

Nd = 210 kN

Mdx = 437 kN.m

Mdy = 256 kN.m

Seção Transversal



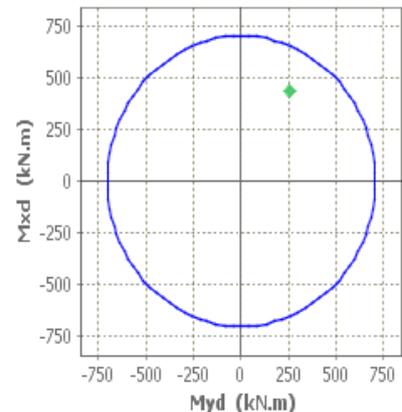
Resultados

Combinação:

Taxa de armadura = 3.47 %

Concreto: fck = 20 MPa

Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



Esforços

Comb.	Nsd	Msd,x	Msd,y	F.S.
1	210	437	256	1.38

Figura 2. – Esforço – Verificação de resistência – Seção de 60 cm



**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**13/26**

**Seção da Estaca**

Diâmetro = 70 cm

20 MPa

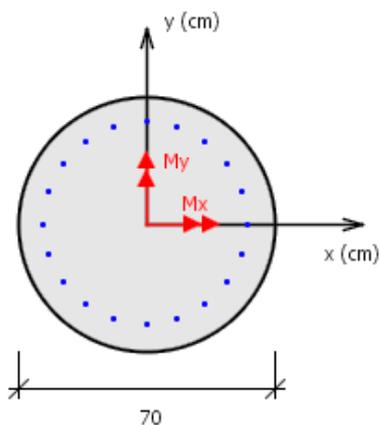
20 fi 20mm

Nd = 210 kN

Mdx = 475 kN.m

Mdy = 210 kN.m

Seção Transversal



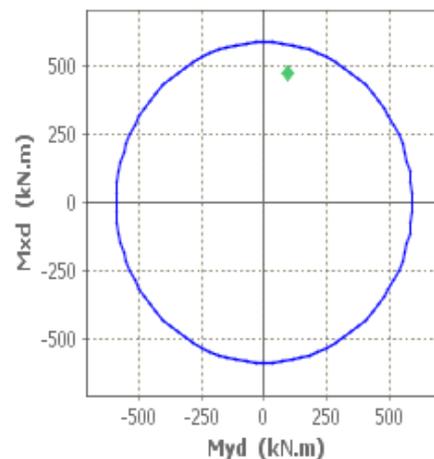
Resultados

Combinação:

Taxa de armadura = 1.63 %

Concreto: fck = 20 MPa

**Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)**



Esforços

Comb.	Nsd	Msd,x	Msd,y	F.S.
1	210	475	94	1.21

**Figura 3. – Esforço – Verificação de resistência – Seção de 70 cm**

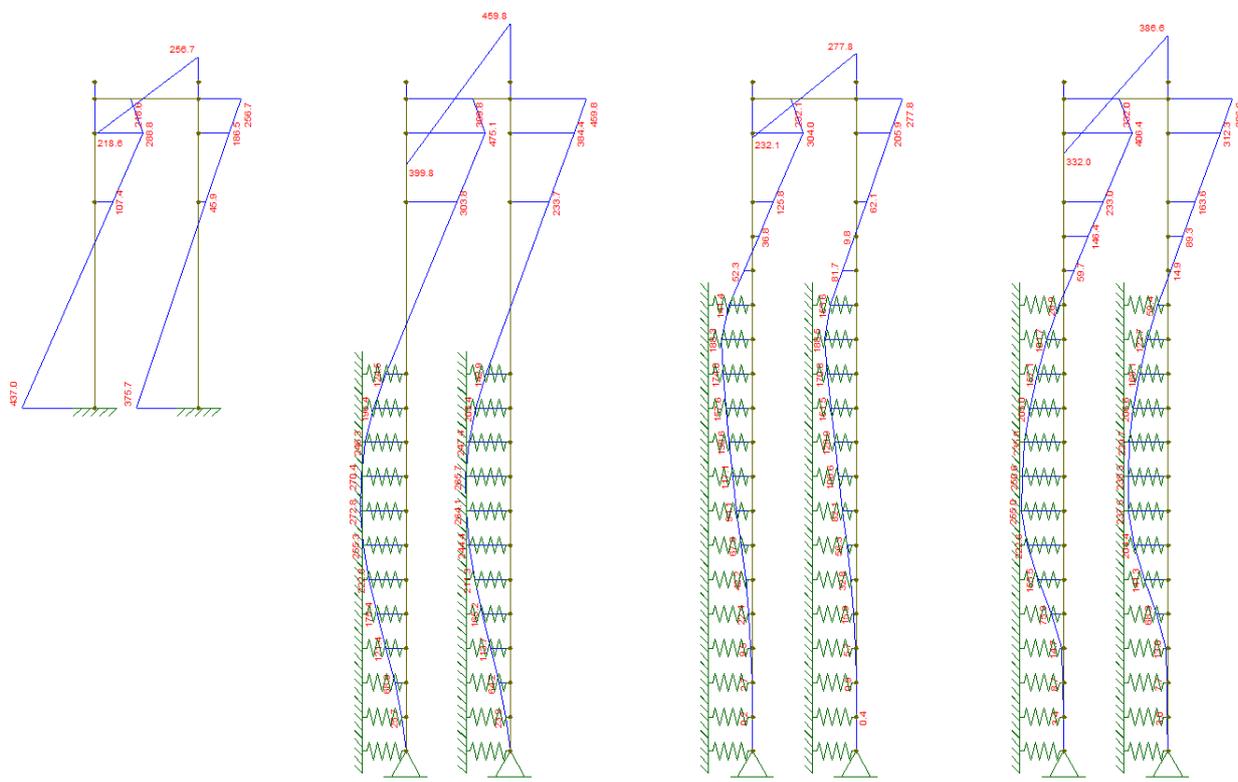


**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**14/26**

**Figura 4. – Esforço – Momento Fletor em Cariacica; Centro; Praça do Para e Prainha respectivamente**

Os coeficientes de reações horizontais adotados (molas) para o solo foram com crescimento linear a partir de:

Argila mole –  $n_h = 550 \text{ kN/m}^3$

Areia Fofa –  $n_h = 1500 \text{ kN/m}^3$

Areia Medianamente Compacta –  $n_h = 5000 \text{ kN/m}^3$

Areia Compacta –  $n_h = 12500 \text{ kN/m}^3$

O máximo esforço encontrado para essas estacas foi de 437 kN.m na transição com a perfuração (diâmetro 60 cm) e no topo da estaca de 460 kN.m.

Verifica-se uma armadura composta por 18 barras de 20 mm é suficiente para a flexão concomitante com a compressão no Estado Limite Ultimo da estaca.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO 	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	<b>Atlântico Sul</b> CONSULTORIA 
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b> FOLHA: <b>15/26</b>

### 7.1.2.2. TUBO DE TRAVAMENTO

O tubo de travamento ao topo das estacas foi verificado conforme NBR 8800 para estruturas metálicas:

Tubo: 500 mm - Aço ASTM A36

Espessura: 12,7 mm

Nd máx = - 75,3 kN

Md máx = - 459,8 kN.m

Vv máx = - 286,5 kN

Fator máximo de utilização (Ratio) = 0,66 < 1,00 – ok!

## 7.2. SUPERESTRUTURA

### 7.2.1. SALA DE ESPERA

A verificação dos blocos, pilares, vigas e lajes que compõem a Sala de Espera estão no ANEXO A desse documento.

#### Beiral

Largura = 80 cm

Espessura = 12 cm

$$\text{Peso Próprio} = 0,12 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga Permanente + Acidental} = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga total} = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

Braço de alavanca = 0,5 m

$$\text{Md} = 1,0 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 6,0 \text{ kN/m}^2 * 0,5 \text{ m} = 2,4 \text{ kN.m}$$

Armadura necessária = 1,80 cm<sup>2</sup>

Armadura adotada – 3,35 cm<sup>2</sup> =  $\Phi$  8 mm a c/ 15 cm

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO 	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	<b>Atlântico Sul</b> CONSULTORIA
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b> FOLHA: <b>16/26</b>

## 7.2.2. PASSARELA DE ACESSO

O modelo estrutural, bem como a verificação dos perfis metálicos que compõem a Passarela de Acesso estão no ANEXO B desse documento.

### 7.2.2.1. OLHAIS E RODA

Carga nos olhais:

Passarela	145,5 kN
Guarda corpo	10,5 kN
Olhais e Rodas	1,7 kN
SC	225,0 kN
Total	38,27 kN
Por apoio	95,7 kN

Em caso de apoio total em 1 roda = **191,2 kN**



**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA**  
**PROJETO EXECUTIVO**  
**AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

3

FOLHA:

17/26

VERIFICAÇÃO DE OLHAIS DE IÇAMENTO NORMA N-2683 (DEZ / 2000)		
	F (Força) $t_f =$	19,135
	Ângulo da linga com a horizontal (graus) =	80,00
CONTIGÊNCIAS	$f_{DC}$ (fator de desvio de carga) =	1,25
	$f_{CP}$ (fator de contingência de peso) =	1,10
	SKL (Skew Load Factor) =	1,10
	FAD (fator de amplificação dinâmica) (1,3 mar = 1,05 terra)	1,30
	$F_{linga} t_f =$	34,73
	$F_{pino} t_f =$	38,20
	$F_{pino} N =$	374.787,20
MATERIAIS	$f_y$ (Tensão de escoamento do aço) MPa =	345,00
	$f_{wu}$ (Tensão de ruptura do eletrodo) MPa =	485,00
DEFINIÇÃO GEOMÉTRICA DO OLHAL	$D_{pino da manilha} =$	32,00
	R (raio externo do olhal) - (Usual $R = 1,25 \times D_{pino}$ ) =	55,00
	$D_{furo} =$	34,00
	$D_{externo\ anel} =$	81,50
	h (distância do centro do furo até a base de apoio do olhal) =	100,00
	T (espessura total olhal para referência) =	37,72
	Espessura do olhal adotado =	38,00
	Espessura do anel adotado =	9,50



**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA**  
**PROJETO EXECUTIVO**  
**AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

3

FOLHA:

18/26

	Número de aneis =	0,00
	T (espessura total olhal) adotado =	38,00
	Base do olhal =	200,00
	<b>PARÂMETROS</b>	
	(2 x R) =	110,00
	(4xT) =	152,00
	(0,8 x D <sub>furo</sub> ) =	27,20
	(R - r <sub>furo</sub> )	38,00
	(r <sub>olhal</sub> - r <sub>furo</sub> ) =	23,75
	(2xb1 + D <sub>furo</sub> + D <sub>anel</sub> )	163,00
(4 x T) ; (0,8 x D <sub>furo</sub> ) ; (r <sub>olhal</sub> - r <sub>furo</sub> )	b1 (larg efet da chapa principal p/ resistência à tração no furo) adotado mín	23,75
(b1) ; (r <sub>olhal</sub> - r <sub>furo</sub> )	b2 (largura efetiva do anel p/ resistência à tração no furo) adotado mínimo	23,75
(2 x R) ; (2xb1 + D <sub>furo</sub> + D <sub>anel</sub> )	b3 (largura da chapa princ. p/ resistência à tração após furo) adotado mínimo	110,00

<b>VERIFICAÇÕES</b>		
1.Contato entre pino e furo		
$fp = F_{\text{pino}} / [D_{\text{pino}} \times (t_{\text{olhal}} + 2 \times t_{\text{anel}})] \leq Fp$		
fp =	205,48	MPa
Fp = 0,90 x fy =	310,50	MPa
Status	Ok, Atende !!	
2.Cisalhamento da área líquida efetiva		



**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA**  
**PROJETO EXECUTIVO**  
**AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

3

FOLHA:

19/26

$f_v = F_{\text{pino}} / [ 2 \times [ (R - r_{\text{furo}}) \times t_{\text{olhal}} + (r_{\text{anel}} - r_{\text{furo}}) \times 2 \times t_{\text{anel}} ] ] \leq F_v$		
$f_v =$	98,88	MPa
$F_v = 0,40 \times f_y =$	138,00	MPa
Status	Ok, Atende !!	
3. Tração na área líquida efetiva		
$f_{af} = F_{\text{pino}} / [ 2 \times b_1 \times t_{\text{olhal}} + 4 \times b_2 \times t_{\text{anel}} ] \leq F_{af}$		
$f_v =$	138,43	MPa
$F_{af} = 0,45 \times f_y =$	155,25	MPa
Status	Ok, Atende !!	
4. Escoamento da seção bruta		
$f_{ac} = F_{\text{pino}} / [ b_3 \times t_{\text{olhal}} ] \leq F_{ac}$		
$f_{ac} =$	89,66	MPa
$F_{ac} = 0,60 \times f_y =$	207,00	MPa
Status	Ok, Atende !!	
5. Arrancamento do conjunto do anel		
1º análise		
$F_{\text{arranc}} = \pi \times r_{\text{anel}} \times t_{\text{olhal}} \times 0,60 \times f_y + [ 2 \times \text{Raiz}(R^2 - r_{\text{anel}}^2) ] \times t_{\text{olhal}} \times 0,40 \times f_y =$	1.394.413,36	N
Status: $F_{\text{pino}} < F_{\text{arranc}}$ : Ok, Atende!!		
2º análise		
$F_{\text{arranc}} = [ \pi \times r_{\text{anel}} + 2 \times (R - r_{\text{anel}}) ] \times t_{\text{olhal}} \times 0,60 \times f_y =$	1.231.185,54	N
Status: $F_{\text{pino}} < F_{\text{arranc}}$ : Ok, Atende!!		
6. Garganta da solda do anel de reforço		



**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA**  
**PROJETO EXECUTIVO**  
**AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**20/26**

$g_{solda} \geq F_{anel} / (PI \times r_{anel} \times Fw)$		
$F_{anel} = F_{pino} / [t_{anel} / (t_{olhal} + 2 \times t_{anel})] =$	41.643,02	N
Tensão admissível para dimensionar o filete		
Para o metal base = $0,40 \times fy \times Raiz(2) =$	195,16	MPa
Para o eletrodo = $0,30 \times fwu =$	145,50	MPa
Tensão admissível Fw adotado =	145,50	MPa
g solda =	2,24	mm
Filete calculado =	3,16	mm

7. Verificação conforme AISC		
Area <sub>base</sub> =	7.600,00	mm <sup>2</sup>
W <sub>ipb</sub> (Módulo de resistência para momento no plano) =	253.333,33	mm <sup>3</sup>
W <sub>opb</sub> (Módulo de resistência para momento no plano) =	48.133,33	mm <sup>3</sup>
7.1. Força axial		
fa =	48,56	MPa
Status: fa =48,56< 0,60 x fy =207 Ok atende !!		
7.2. Momento no plano do olhal		
f <sub>ipb</sub> =	25,69	MPa
Status: f <sub>ipb</sub> =25,69< 0,60 x fy =207 Ok atende !!		
7.3. Momento fora do plano do olhal		

 GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	NÚMERO ATLSUL: <b>ATL 0067-320-C-MC-10001</b>	 Atlântico Sul CONSULTORIA
	NÚMERO CLIENTE: --	
<b>NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA</b> <b>PROJETO EXECUTIVO</b> <b>AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL</b>		REVISÃO: <b>3</b> FOLHA: <b>21/26</b>

$f_{fpb} =$	38,93	MPa
Status: $f_{opb} = 38,93 < 0,60 \times f_y = 207$ Ok atende !!		
7.4. Tensões combinadas		
$f_a / (0,60 \times f_y) + f_{ipb} / (0,60 \times f_y) + f_{opb} / (0,75 \times f_y) < 1,0$		
Status: $0,23 + 0,12 + 0,15 = 0,51 < 1,0$ Ok atende !!		
7.5. Verificação do cisalhamento na base do olhal		
$f_v =$	12,84	MPa
Status: $f_v = 12,84 < 0,40 \times f_y = 138$ Ok atende !!		

### 7.2.3. FLUTUANTE

A verificação das lajes compões o Flutuante estão no ANEXO C desse documento.

As lajes possuem cobrimento externo de 5 cm, de forma que o cobrimento interno se dá pela espessura da parede, respeitando um mínimo de 2,0 cm.

#### Laje superior – Espessura 9 cm

Concreto = 50 Mpa

$M_d + long. = 9,10 \text{ kN.m}$ ;  $A_s \text{ min.} = 2,59 \text{ cm}^2$ ;  $A_s \text{ nec.} = 3,34 \text{ cm}^2$ ;  $A_s \text{ adot.} = 7,85 \text{ cm}^2$  ( $\Phi 10 \text{ c}/10 \text{ cm}$ ).

$M_d - long. = 10,40 \text{ kN.m}$ ;  $A_s \text{ min.} = 2,59 \text{ cm}^2$ ;  $A_s \text{ nec.} = 8,22 \text{ cm}^2$ ;  $A_s \text{ adot.} = 15,71 \text{ cm}^2$  ( $\Phi 10 \text{ c}/5 \text{ cm}$ ).



**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**22/26****Laje inferior – Espessura 10 cm**

Concreto = 50 Mpa

Md + long. = 7,15 kN.m; As min. = 2,88 cm<sup>2</sup>; As nec. = 2,60 cm<sup>2</sup>; As adot. = 7,85 cm<sup>2</sup> (Φ10 c/10 cm).Md – long. = 13,17 kN.m; As min. = 2,88 cm<sup>2</sup>; As nec. = 7,67 cm<sup>2</sup>; As adot. = 7,85 cm<sup>2</sup> (Φ10 c/10 cm).**Laje paramento das defensas – Espessura 12 cm**

Concreto = 50 Mpa

Md + long. = 29,31 kN.m; As min. = 3,45 cm<sup>2</sup>; As nec. = 7,52 cm<sup>2</sup>; As adot. = 7,85 cm<sup>2</sup> (Φ10 c/10 cm).Md – long. = 18,58 kN.m; As min. = 3,45 cm<sup>2</sup>; As nec. = 7,14 cm<sup>2</sup>; As adot. = 7,85 cm<sup>2</sup> (Φ10 c/10 cm).



NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL

REVISÃO:

3

FOLHA:

23/26

## 8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os engenheiros MATEUS PRADO LONE, ANDRÉ MARQUES e DANIEL PEREIRA CHAGAS, responsáveis técnicos da empresa, declaram que elaboraram e verificaram a presente memória de cálculo estrutural, pela qual assumem total responsabilidade.

MATEUS PRADO LONE

ANDRÉ MARQUES

DANIEL PEREIRA CHAGAS

GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO



NÚMERO ATLSUL:

**ATL 0067-320-C-MC-10001**

NÚMERO CLIENTE:

--

**Atlântico Sul**  
CONSULTORIA

**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**24/26**

**ANEXO A - VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURIAS DA SALA DE ESPERA**

GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO



NÚMERO ATLSUL:

**ATL 0067-320-C-MC-10001**

NÚMERO CLIENTE:

--

**Atlântico Sul**  
CONSULTORIA

**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**25/26**

**ANEXO B - VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DA PASSARELA DE  
ACESSO**

GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO



NÚMERO ATLSUL:

**ATL 0067-320-C-MC-10001**

NÚMERO CLIENTE:

--

**Atlântico Sul**  
CONSULTORIA

**NOVOS TRAPICHES NA BAÍA DE VITÓRIA  
PROJETO EXECUTIVO  
AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA  
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL**

REVISÃO:

**3**

FOLHA:

**26/26**

**ANEXO C - VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURIAS DO FLUTUANTE**