
	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4 FOLHA: 1/72

CONTROLE DE REVISÕES			
TIPO DE EMISSÃO (T.E.)	(A) PRELIMINAR	(D) PARA COTAÇÃO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO
	(B) PARA COMENTÁRIOS	(E) PARA CONSTRUÇÃO	(H) CANCELADO
	(C) PARA CONHECIMENTO	(F) CONFORME COMPRADO	(I) APROVADO




REV.	T.E.	DESCRIÇÃO
0	B	EMISSÃO INICIAL
1	B	ALTERAÇÃO/INCLUSÃO ELÉTRICO
2	B	ALTERAÇÃO ELÉTRICO
3	B	INCLUSÃO ASSINATURA RT
4	B	REVISÃO ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

Responsável Técnico Civil:
 André Marques
 Eng. Civil - CREA/SC 117551-8 e RNP 1700760637

	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4
DATA	24/11/2023	01/03/2024	15/03/2024	28/03/2024	13/05/2024
EXECUÇÃO	MA/CB	MA/CB	WR/MA	MA/CB	JH/CB
VERIFICAÇÃO	ML	ML	ML	ML	ML
APROVAÇÃO	AM	AM	AM	AM	AM
	REV. 5	REV. 6	REV. 7	REV. 8	REV. 9
DATA					
EXECUÇÃO					
VERIFICAÇÃO					
APROVAÇÃO					




AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA INFRAS ENGENHARIA, SENDO PROIBIDA SUA UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE SEM UMA PRÉVIA AUTORIZAÇÃO.

WWW.INFRASENGENHARIA.COM.BR - CONTATO@INFRASENGENHARIA.COM.BR
 RUA BOCAIUVA, Nº 2125, 1º ANDAR - CENTRO - FLORIANÓPOLIS - SANTA CATARINA - 88.015-530




 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 2/72	

SUMÁRIO




LISTA DE FIGURAS	5
1. INTRODUÇÃO	7
1.1. DEFINIÇÕES DO PÍER.....	8
2. REGULAMENTOS E NORMAS	9
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	10
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	11
4.1. UNIDADES	11
4.2. MATERIAIS	11
4.3. VIDA ÚTIL	12
5. ANÁLISE DE DADOS LOCAIS	12
5.1. NÍVEIS ADOTADOS	14
5.2. VENTO.....	15
5.2.1. PÍER	16
5.3. ONDAS	17
5.4. CORRENTE	21
5.4.1. ESTACAS	21
5.4.2. FLUTUANTES.....	22
6. CONDIÇÕES SÍSMICAS	22
7. PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO	23
8. EMBARCAÇÕES E USOS PREVISTOS.....	24
9. PROJETO ELÉTRICO E LUMINOTÉCNICO	25

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 3/72	

9.1.	MODELO	25
9.2.	DIMENSIONAMENTO	26
9.3.	QUADRO DE CARGAS	27
9.4.	CONDUTORES.....	27
10.	PROJETO DE ESTRUTURAS.....	30
10.1.	MODELO ESTRUTURAL	30
10.2.	CARREGAMENTOS.....	34
10.2.1.	PESO PRÓPRIO.....	34
10.2.2.	SOBRECARGA.....	35
10.2.3.	EMPUXO DA ÁGUA.....	35
10.2.4.	CARGAS DE AMARRAÇÃO	35
10.2.5.	CARGAS DE ATRACAÇÃO	36
10.2.6.	TEMPERATURA	38
10.2.7.	RETRAÇÃO DO CONCRETO.....	38
10.2.8.	CORRENTE	38
10.2.9.	VENTOS	38
10.2.10.	ONDAS	39
10.2.11.	CARGA VERTICAL NO ROLETE.....	39
10.3.	COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS	39
10.4.	INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA.....	40
10.5.	DADOS DO MODELO	41
10.6.	RESULTADOS	61
11.	DIMENSIONAMENTO	63

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 4/72	

11.1.	ESTIMATIVA DO COMPRIMENTO DAS ESTACAS	63
11.2.	DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS	66
11.2.1.	PLUGUE DE CONCRETO ARMADO.....	66
11.2.2.	ESTACA METÁLICA	68
11.3.	DIMENSIONAMENTO DA VIGA SOBRE ESTACAS - PÍER	71

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 5/72	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização de Espinheiros.....	7
Figura 2. Locação e configuração adotada para o píer.	8
Figura 3. Gráficos da distribuição de frequência dos níveis de late Clube.	13
Figura 4. Gráficos dos tempos de permanência dos níveis de late Clube.	13
Figura 5. Gráficos da distribuição de frequência e porcentagem acumulada do vento constante de late Clube.	15
Figura 6. Gráficos da distribuição de frequência e porcentagem acumulada do vento rajadas de late Clube.	16
Figura 7. Representação das pistas.....	18
Figura 8. Mapa com a localização das estruturas e da estação meteorológica.	19
Figura 9. Gráfico rosa dos ventos de late Clube.	20
Figura 10. Sobreposição do gráfico rosa dos ventos de late Clube com as pistas de vento de Espinheiros.	21
Figura 11. Zonas sísmicas do Brasil e aceleração sísmica horizontal correspondente. Fonte: NBR 15421.....	23
Figura 12. Modelo digital do píer de Espinheiros	26
Figura 13. Modelo computacional – Vista isométrica.	31
Figura 14. Modelo computacional – Vista frontal.....	32
Figura 15. Modelo computacional – Vista lateral.....	33
Figura 16. Modelo computacional – Vista superior.....	34
Figura 17. Considerações de cálculo para amarração (metodologia PIANC).....	36
Figura 18. Exemplo de aplicação das molas no modelo computacional.....	41
Figura 19. Modelo computacional – Elementos 1D.	52






 <div>Prefeitura de Joinville</div>	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 6/72	

Figura 20. Modelo computacional – Apoios.....	54
Figura 21. Modelo computacional – Exemplo de aplicação de carga – Empuxo.	58
Figura 22. Sondagem SP-001 (Fonte: documento [9]).	65
Figura 23. Capacidade do solo – Píer – Sondagem SP-001 (Fonte: documento [9]).....	65
Figura 24. Sondagem SP-002 (Fonte: documento [9]).	65
Figura 25. Capacidade do solo – Píer – Sondagem SP-002 (Fonte: documento [9]).....	66
Figura 26. Diagrama de interação entre momento e normal na estaca mais solicitada – Plugue de concreto – Píer.	67




	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 7/72	

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste documento é descrever as características do projeto de engenharia da estrutura de apoio náutico (EAN), prevista para implantação pela Prefeitura de Joinville, participante do Consórcio Intermunicipal Multifinalitário da Região da AMUNESC (CIM AMUNESC), na região do bairro de Espinheiros na cidade de Joinville – Santa Catarina. A figura abaixo ilustra a localização do projeto.



Figura 1. Localização de Espinheiros.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	FOLHA: 8/72




1.1. DEFINIÇÕES DO PÍER

Conforme acordado com o cliente o píer a ser construído será do tipo flutuante de concreto, possuirá acesso através de ponte/passarela que fará a interligação com a infraestrutura existente em terra. A posição e inclinação do píer foi determinada a partir dos estudos que consideraram a facilidade de manobra e a incidência das ondas e correntes na região, resultando em orientação em 82° *from true north*. Após a implantação das novas estruturas, do início da ponte existente de concreto até a frente do píer flutuante, tem-se comprimento de aproximadamente 130 m.



Figura 2. Locação e configuração adotada para o píer.

A área total de projeção sobre a água, considerando o trapiche em estrutura de concreto existente no local (217,1 m²) e as novas estruturas a serem construídas (passarelas e píeres flutuantes), resultam em aproximadamente 497 m².

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 9/72	




2. REGULAMENTOS E NORMAS

A não ser quando especificamente indicado em contrário, o projeto irá basear-se na aplicação das normas brasileiras da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abaixo são elencados alguns exemplos de normas que podem ser utilizadas para o 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
NBR 7187	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento
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 11240	Utilização de defensas portuárias – Procedimento
NBR 15450	Acessibilidade de passageiros no sistema de transporte aquaviário
NBR 13209	Planejamento portuário – Obras de acostagem – Aspectos náuticos
NBR 13246	Planejamento portuário – Aspectos náuticos – Procedimento
NBR 9050	Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Para situações específicas não previstas nas normas da ABNT ou que foram consideradas melhor contempladas em normas ou recomendações internacionais, destacam-se:

ACI-301	<i>Specifications for Structural Concrete for Buildings</i>
ACI-318	<i>Building Code Requirements for Structural Concrete</i>
AISC	<i>Manual of Steel Construction</i>
API RP-2A LRFD	<i>Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms, Load and Resistance Factor Design</i>




 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 10/72	

API RP-2A WSD	<i>Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms, Working Stress Design</i>
AS 3962	<i>Australian Standard – Guidelines for design of marinas</i>
ASTM A 36	<i>Standard Specification for Carbon Structural Steel</i>
ASTM A 572	<i>Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel</i>
AWS-D1.4	<i>Structural Welding Code Reinforcing Steel</i>
BS 6349	<i>British Standard – Maritime Structures Code</i>
EAU	<i>Recommendations of the Committee for Waterfront Structures – 2004</i>
NAVFAC DM 7.2	<i>Foundations and Earth Structures</i>
NAVFAC MIL-HDBK-1021/1	<i>Piers and Wharves</i>
OCIMF	<i>Guidelines and Recommendations for the Safe Mooring of Large Ships at Piers and Sea Islands (New Edition Preparation 1994)</i>
OCIMF	<i>Mooring Equipment Guidelines (1996)</i>
PIANC	<i>Guidelines for Marina Design</i>
ROM 0.	<i>Recomendaciones Generales</i>
ROM 1.	<i>Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución de Obras de Abrigo</i>
ROM 2.	<i>Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución de Obras de Atraque</i>
ROM 3.	<i>Recomendaciones para el Proyecto y Construcción de Accesos y Áreas de Flotación</i>

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os seguintes documentos foram utilizados como referência para a elaboração deste critério:

- [1] PMJSEPUR.TOPO.001.PortaMar.R01 PORTA DO MAR – TOPOGRÁFICO – LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 11/72	

- | | | |
|-----|---------------------------------|---|
| [2] | PMJSEPUR.SOND.AmpliaçãoPortaMar | Relatório de Sondagem |
| [3] | PprtmarAtrapiche25_09- modulo H | PARQUE PORTA DO MAR – TRAPICHE
MODULO H – ARQUITETONICO |
| [4] | BATIMETRIA MORRO DO AMARAL | LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO LAGOA
SAGUAÇU – MORRO DO AMARAL |
| [5] | Carta Náutica 1805 - Cancelada | CARTA NÁUTICA BAÍA DA BABITONGA – SÃO
FRANCISCO DO SUL |
| [6] | IFS-2307-310-C-CP-30001 | PROJETO EXECUTIVO – PÍER PARA PQNAS
EMBARC. – ESPINHEIROS JOINVILLE
AMUNESC - CRITÉRIO DE PROJETO |
| [7] | IFS-2307-310-B-DE-30001 | PROJETO EXECUTIVO – PÍER PARA PQNAS
EMBARC. - AMUNESC JOINVILLE – LAYOUT
CONCEITUAL ESPINHEIROS |
| [8] | IATCLUB_DIARIA (2011-2022) | ESTAÇÃO IATE CLUBE – REDE DE
MONITORAMENTO DAS ESTAÇÕES
METEOROLÓGICAS DE JOINVILLE/SC |
| [9] | PMJSEPUR.SOND.AmpliaçãoPortaMar | RELATORIO DE SONDAGEM - ESPINHEIROS |




4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

4.1. UNIDADES

Todas as unidades estão apresentadas no Sistema Internacional (kN, m, °C) exceto quando a tradição de uso e/ou disponibilidade de mercado tenha consagrado o uso de outras unidades.

4.2. MATERIAIS

A seguir são apresentadas as características dos materiais que serão adotados para o projeto:

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 12/72	

- Concreto $f_{ck} \geq 50$ Mpa para flutuante e $f_{ck} \geq 40$ Mpa para as demais estruturas de concreto, inclusive plugue;
- Alumínio para passarela de grau marítimo 6005A na tempera T5;
- Aço para armadura de concreto armado CA50, com $f_y \geq 500$ MPa;
- Aço para as estacas ASTM A572 Gr. 50, com $f_y \geq 345$ MPa;
- Aço para estruturas gerais ASTM A572 e ASTM A36.

4.3. VIDA ÚTIL




As estruturas de concreto armado possuem vida útil de 50 anos, passarelas em alumínio especial de 40 anos, estruturas metálicas de aço galvanizado 15 a 20 anos e acessórios (defensas, roletes e acessórios de amarração) vida útil variável conforme especificado pelos fabricantes, mas tem-se como referência e alvo uma vida útil mínima próxima de 10 anos. O atingimento de tais vidas úteis está diretamente relacionada com as inspeções e manutenções preventivas e corretivas.

5. ANÁLISE DE DADOS LOCAIS

A parametrização do ambiente para elaboração deu-se por meio de levantamentos de campo e utilização de dados secundários disponíveis. Em contato direto com a Prefeitura de Joinville e Defesa Civil local, foram disponibilizados dados das estações meteorológicas para parametrização e utilização nos projetos. Para elaborar o projeto de Espinheiros, foi utilizada a estação IATE CLUBE.

Devido à dificuldade de manter tais aparelhos em constante e perfeito funcionamento notou-se nos dados a presença falhas (ausência de dados, erros de leitura e/ou registro). Logo, para evitar a influência negativa de tais dados na análise, foi realizada análise de detecção e exclusão de leituras anômalas (*outliers*).

Para classificar os dados como anômalos, foram adotados dois métodos, Z-score e Z-score modificado, o primeiro é mais simplificado e faz uso de média e desvio padrão em seu cálculo, todavia, ao utilizar todos os dados da série, o próprio cálculo do parâmetro de classificação é afetado. Já o Z-score modificado, substitui o parâmetro de média pela mediana amostral e o desvio padrão pelo desvio padrão absoluto da mediana amostral, reduzindo assim a interferência dos próprios dados anômalos na parametrização do *outlier*. A fim de atuar a favor da segurança, foram considerados *outliers* apenas os dados que foram identificados em ambos os métodos.

 <div>Prefeitura de Joinville</div>	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 	
	NÚMERO CLIENTE: --		
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO			REV: 4
			FOLHA: 13/72

Para facilitar a visualização dos resultados foram concebidos gráficos para entender o comportamento dos níveis, como a distribuição das frequências e tempo de permanência acima ou abaixo de certo nível.

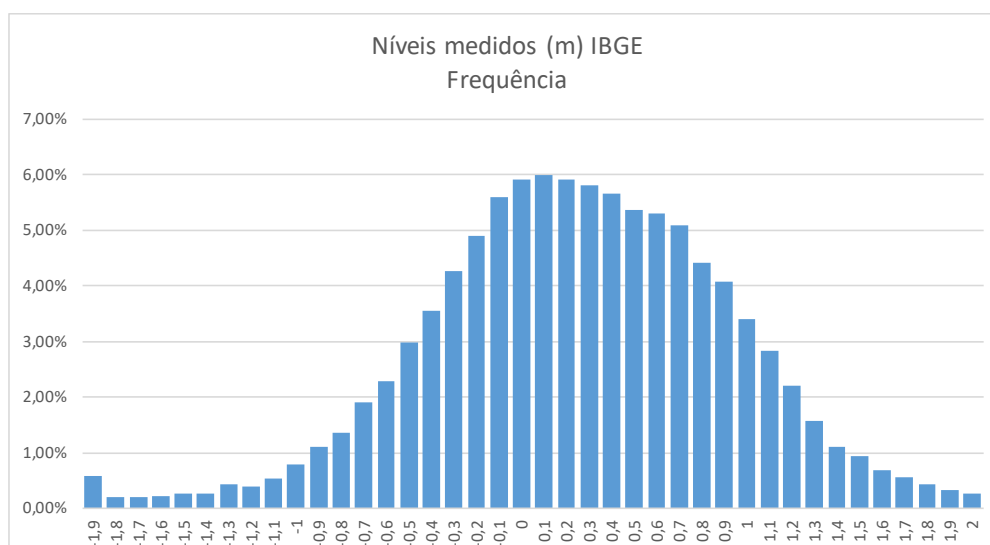


Figura 3. Gráficos da distribuição de frequência dos níveis de late Clube.

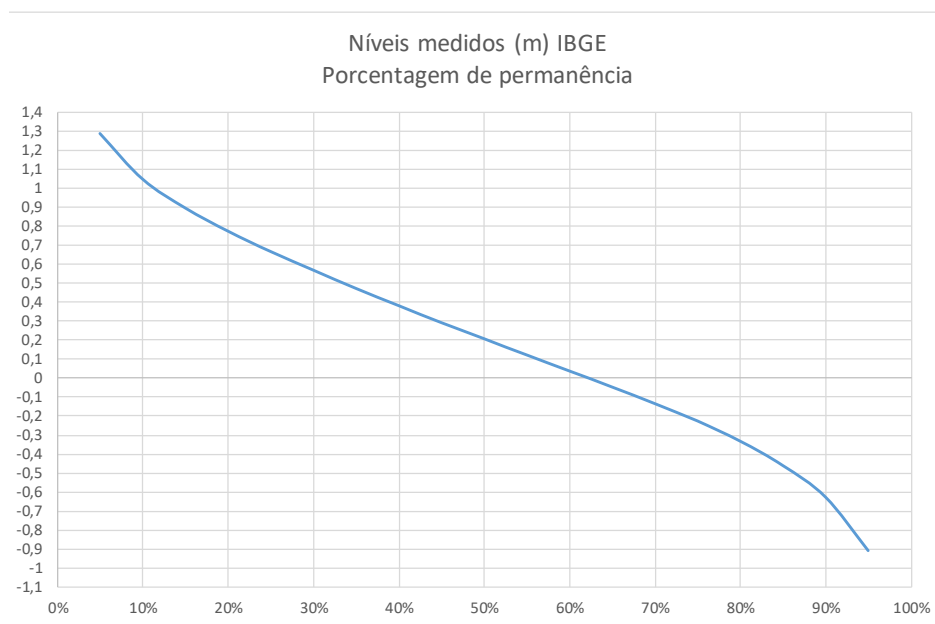





Figura 4. Gráficos dos tempos de permanência dos níveis de late Clube.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 14/72	

5.1. NÍVEIS ADOTADOS

Todos os níveis utilizados no projeto serão referenciados ao IBGE, exceto especificado ao contrário. A definição dos níveis das novas estruturas será definida a partir das estruturas existentes no local, visando coerente compatibilização. O trapiche/ponte de concreto fixa construída no local apresenta nível vertical de topo da laje em +3,0 m (IBGE) ao final de seu comprimento (sentido terra para o mar), conforme documento de referência [1].

A partir dos dados da estação late Clube Joinville, medidos dentre 2012 a 2016, constatou-se os seguintes níveis de água:




- Nível máximo histórico medido: +1,97 m IBGE;
- Média dos níveis máximos medidos: +1,01 m IBGE;
- Nível mínimo histórico medido: -2,29 m IBGE; e
- Média dos níveis mínimos medidos: -0,72 m IBGE.

Adicionalmente aos níveis da estação, conforme documento de referência [4], que correlaciona a cota IBGE ao NR carta náutica 1805, documento de referência [5], tem-se os seguintes níveis para as marés astronômicas:

- Níveis de maré astronômica:
 - MHHW: + 1,5 m DHN ou + 0,65 m (IBGE);
 - MSL: + 0,8 m DHN ou - 0,05 m (IBGE);
 - MLWS: + 0,1 m DHN ou - 0,75 m (IBGE); e
 - NR: + 0,00 m DHN ou - 0,85 m (IBGE).

Sabe-se que os dados medidos contemplam as marés astronômicas e as influências meteorológicas sobre nível da água. A influência meteorológica é comumente estimada sobre os níveis astronômicos para contemplar a análise de máximos de mínimos. Para o presente projeto, serão atribuídos os níveis mais conservadores comparando os dados medidos com os estipulados como referência pela carta náutica, resultando em 4 níveis principais que servirão de base para dimensionamento e previsão das estruturas:

- Nível máximo: +2,00 m IBGE;
- Nível alto frequente (MHHW): +0,65 m IBGE;
- Nível mínimo: -2,30 m IBGE; e
- Nível baixo frequente (MLLW): -0,85 m IBGE.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 15/72	

5.2. VENTO

A velocidade do vento da região será analisada de acordo com os dados disponibilizados da estação meteorológica de late Clube de 2012 a metade de 2023. Dos quais foram gerados gráficos de frequência e porcentagem acumulada para duas situações, ventos constantes: referentes aos valores médios dos ventos medidos em um período de 10 minutos, utilizado para parametrização de utilização dos píeres e geração de ondas por vento; e rajada, utilizada em contraste com a NBR 6123, visando utilizar o maior valor entre a norma e o medido para o dimensionamento seguro das estruturas.

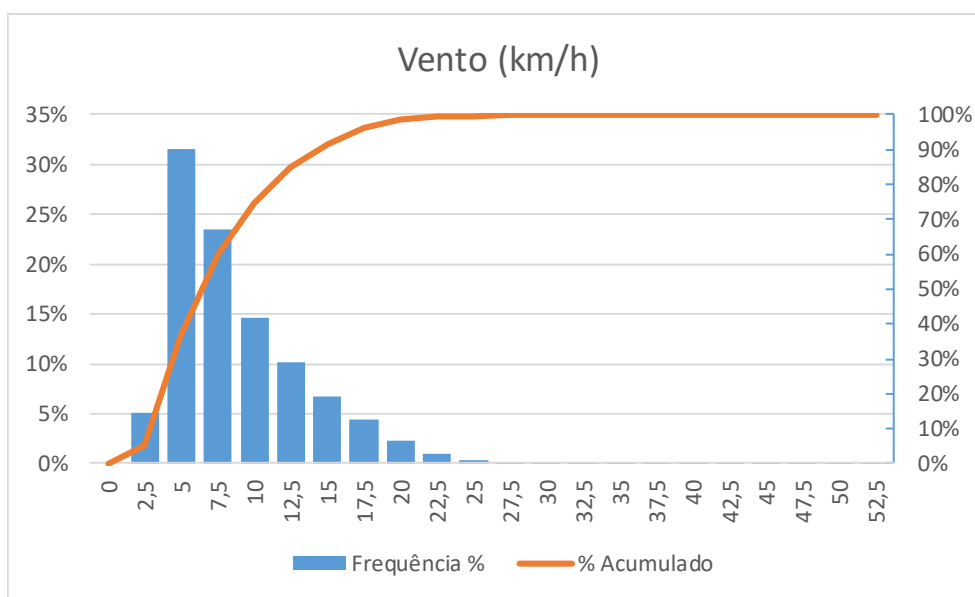




Figura 5. Gráficos da distribuição de frequência e porcentagem acumulada do vento constante de late Clube.

Foi observado que a velocidade de 32,5 km/h, ou 9,03 m/s, acumula 99,97% da frequência para os ventos constantes da região.

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 16/72	

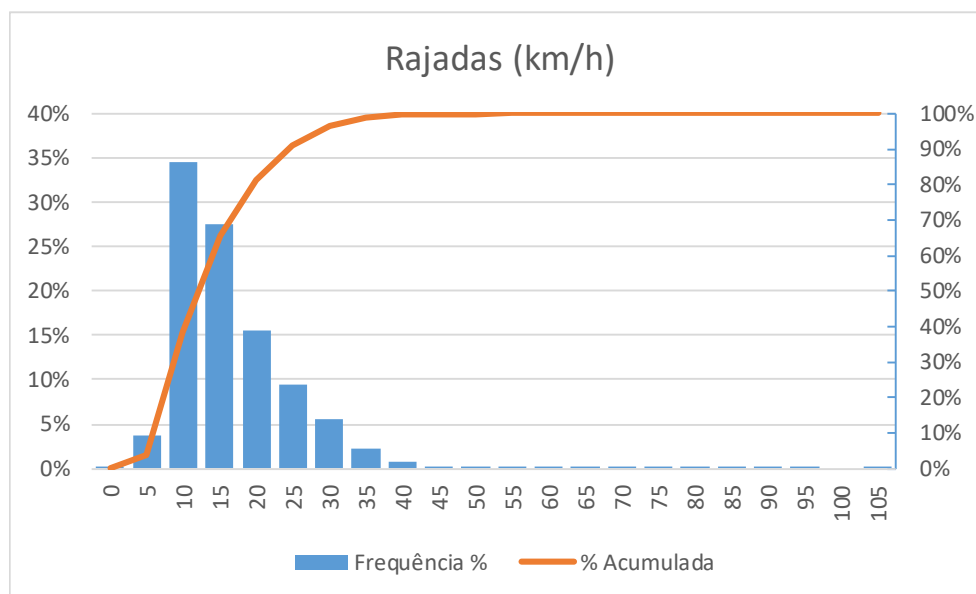


Figura 6. Gráficos da distribuição de frequência e porcentagem acumulada do vento rajadas de late Clube.

Para os ventos tipo rajada da região foi estabelecido como velocidade de projeto 75 km/h, ou 20,83 m/s, com porcentagem acumulada de 99,99% dos casos, valor menor que os 45 m/s exigidos pela NBR 6123, o qual será utilizado para ter-se fator a favor da segurança frente as incertezas das medições.

5.2.1. PÍER

A carga de ventos para o píer foi obtida utilizando-se a formulação a seguir:

$$q_w = 0,0006 \times v_w^2$$

Onde v_w é a velocidade de projeto do vento. Para a obtenção da força gerada na direção do vento deve-se ainda aplicar a seguinte equação:

$$F_D = C_D \times A \times q_w$$




Onde:

F_D : Força na direção do vento (kN);

C_D : Coeficiente de arrasto (-);

A : Área projetada na direção do vento (m²);

q_w : Pressão do vento.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 17/72	

Utilizando-se a velocidade do vento de 45,0 m/s e um coeficiente de arrasto igual a 2,0, referente a estruturas retangulares, obtém-se uma pressão de vento de 2,40 kN/m², a qual foi aplicada perpendicular a área transversal do píer, em todas as direções.

5.3. ONDAS

No local de implantação das estruturas, como não há influência direta do mar, serão consideradas as ondas geradas pelo vento.

A altura significativa e o período de pico das ondas geradas pelo vento foram estimados conforme recomendação do *Shore Protection Manual (SPM)*:

- Altura de onda significativa (m)

$$H_0 = \frac{u_A^2}{g} 0,0016 \left(\frac{gF}{u_A^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$u_A = 0,71 u_{10}^{1,23}$$

- Período de pico da onda (s)

$$T_p = \frac{u_A}{g} 0,286 \left(\frac{gF}{u_A^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Onde:

- u_{10} = Velocidade máxima do vento 10 m acima da superfície da água;
- u_A = Tensão do vento adimensional;
- g = Aceleração da gravidade;
- F = *Fetch Distance*: comprimento da pista de água desobstruída até a costa.







 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	FOLHA: 18/72



Figura 7. Representação das pistas.

Traçando pistas de vento nas principais direções, foi possível obter as direções que seriam críticas, aquelas em que o vento teria maior trajetória direta. Para a análise dos ventos, utilizou-se os dados da estação mais próxima do local de implantação, localizada no Joinville Iate Clube, como ilustrado na figura abaixo.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	FOLHA: 19/72

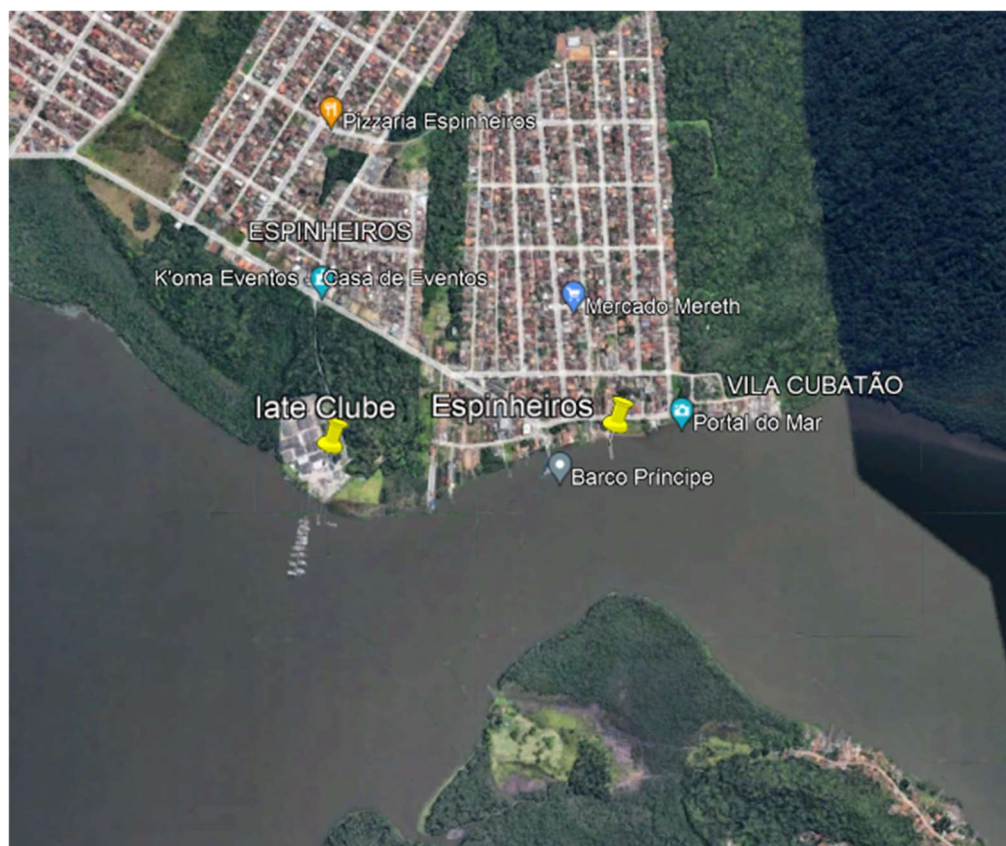





Figura 8. Mapa com a localização das estruturas e da estação meteorológica.

Foi então elaborada uma rosa dos ventos utilizando os dados da estação de late Clube, apresentada a seguir.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	FOLHA: 20/72

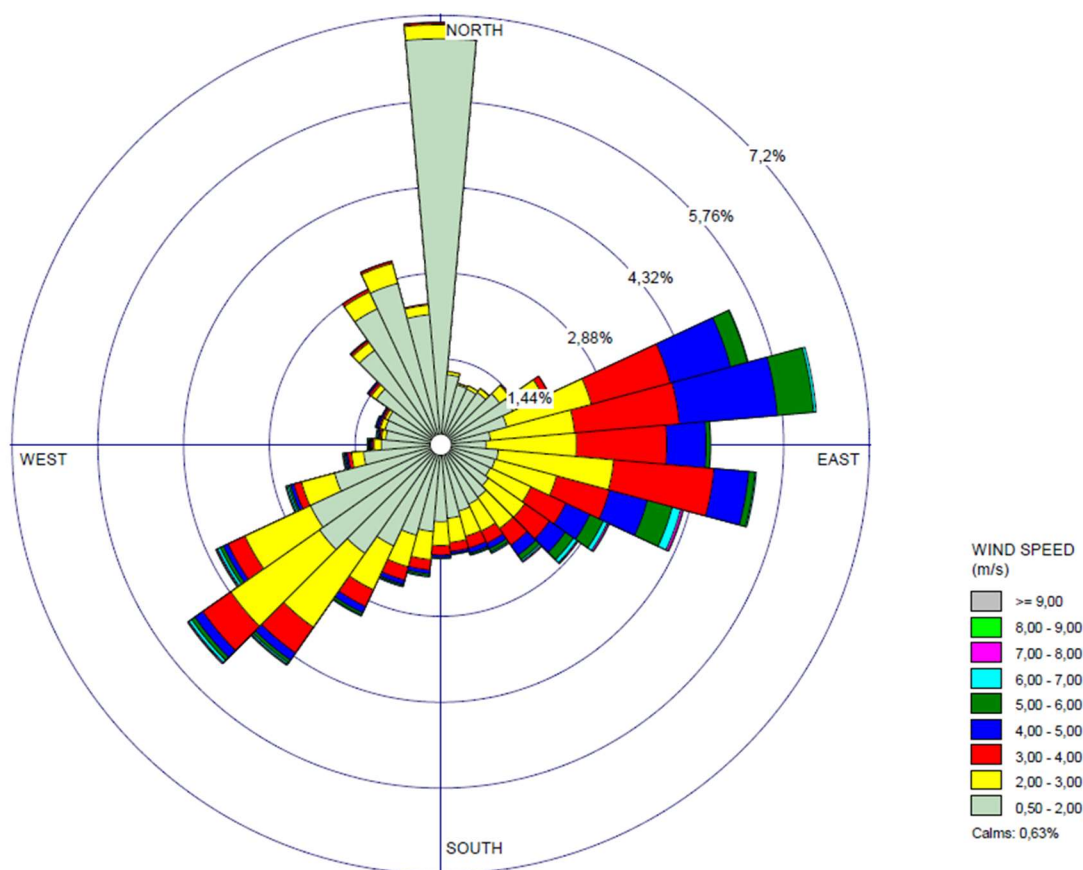




Figura 9. Gráfico rosa dos ventos de late Clube.

Sobrepondo o gráfico de rosa dos ventos com as pistas de vento, foi possível encontrar as direções em que o vento possui uma grande intensidade com uma distância favorável para percorrer.

Ressalta-se que, a NBR 6123 preconiza a utilização de 45 m/s para verificações estruturais de estabilidade global, tal magnitude não é compatível com os cenários diários do local para utilização no cálculo de ondas que atuarão de forma mais constante na estrutura, tornando assim os dados medidos em campo mais adequados e coerentes para o cálculo. Ventos de tormentas e ciclones podem resultar em ondas maiores, todavia, quando da ocorrência de tais eventos extremos, é esperado que as estruturas possam sofrer algum tipo de dano (sem perderem sua estabilidade global), as quais podem ser interditadas (caso necessário) para a realização da devida manutenção corretiva.

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 21/72	

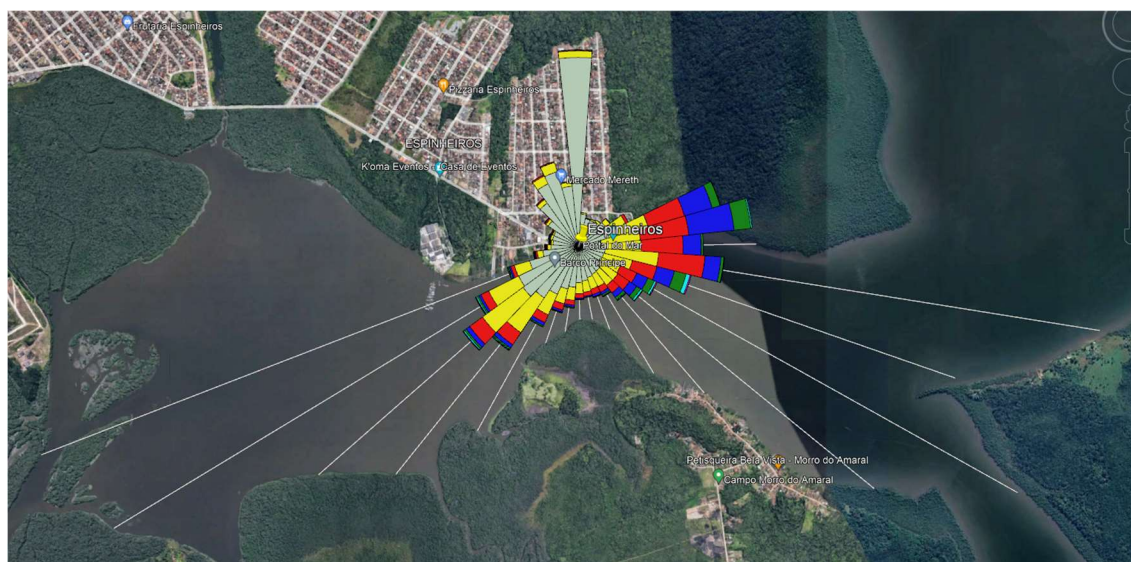


Figura 10. Sobreposição do gráfico rosa dos ventos de late Clube com as pistas de vento de Espinheiros.

A partir dos cálculos, para a região de Espinheiros, foram constatadas ondas de até 0,22 m de altura e com menos de 2 segundos de período geradas pelo vento local.

5.4. CORRENTE

Na localidade de Espinheiros, observou-se frequência predominante de correntes nas direções leste, oeste e oeste-sudoeste. Quanto às ondas, estas apresentam maior frequência proveniente das direções sudoeste e sudeste, ainda que sua intensidade seja relativamente baixa.




Portanto, a orientação ideal para o posicionamento do píer seria paralela à margem, ou seja, na direção Leste-Oeste, a fim de mitigar os efeitos das correntes e das ondas.

5.4.1. ESTACAS

O carregamento para as correntes, provocado pela pressão da água em movimento, foi determinado a partir da expressão:

$$p_c = \frac{1}{2} \times \rho \times C_D \times v_c^2 \times 10^{-3}$$

Onde:

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 22/72	

p_c : pressão devido à corrente (kN/m²);

ρ : densidade da água (kg/m³);

C_D : coeficiente de arrasto (-);

v_c : velocidade da corrente (m/s)

Como o píer e ponte estão localizados em água salgada, adotou-se a densidade da água como 1.025,00 kg/m³, o coeficiente de arrasto adotado foi de 1,4, indicado para pilares circulares de superfície rugosa.

Já para velocidade da corrente, sabe-se que na região onde se encontram as estruturas, próximas à costa, observam-se baixas velocidades de corrente. Devido a isso foi adotado um valor mínimo de 1 m/s, estando a favor da segurança.

Aplicando a formulação apresentada, chegou-se a uma pressão devido à corrente de 0,7175 kN/m², a ser aplicada sobre a estaca de diâmetro externo máximo de 0,609 m, resultando em uma carga linear de 0,437 kN/m, tanto para as estacas do píer quanto da ponte.

5.4.2. FLUTUANTES

Para o flutuante foi usada a mesma formulação que para as estacas, com os resultados dados a seguir.



Como o píer está localizado em água salgada, adotou-se a densidade da água como 1.025 kg/m³, o coeficiente de arrasto adotado foi de 2,2, indicado para pilares ou vigas quadradas com cantos vivos.

Já para velocidade da corrente, sabe-se que na região onde se encontram as estruturas, próximas à costa, observam-se baixas velocidades de corrente. Devido a isso foi adotado um valor mínimo de 1 m/s, estando a favor da segurança.

Aplicando a formulação apresentada, chegou-se a uma pressão devido à corrente de 1,1275 kN/m², a ser aplicada na direção de fluxo do rio, em toda a lateral do flutuante que se encontra submersa.

6. CONDIÇÕES SÍSMICAS

O local onde o píer será instalado está localizado na zona sísmica 0, conforme norma brasileira ABNT NBR 15421, para a qual a aceleração sísmica horizontal correspondente é de 0,025g, sendo g a aceleração da gravidade. Entretanto, como indicado por norma para a zona 0, os efeitos sísmicos foram desprezados.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 23/72	

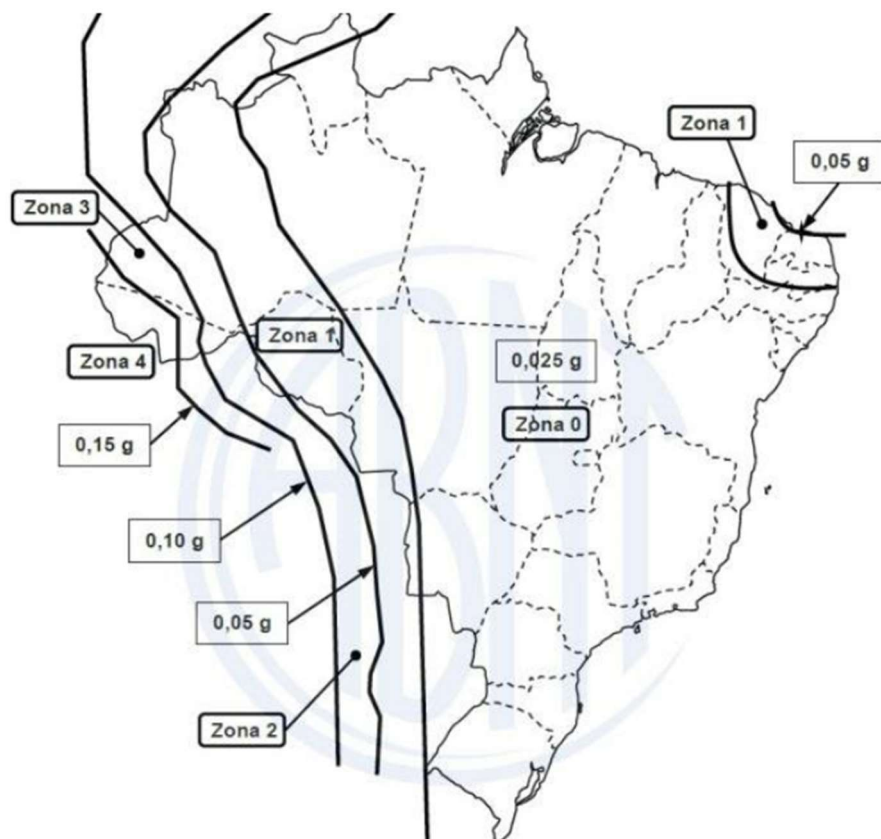





Figura 11. Zonas sísmicas do Brasil e aceleração sísmica horizontal correspondente. Fonte: NBR 15421

7. PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO

Para as estacas, as mesmas serão consideradas de concreto em seu trecho superior, contado a partir de 5 metros da maré baixa frequente. O restante da estaca será considerado como metálica, possuindo apenas o próprio tubo externo de aço que adentrará ao solo. Para trechos totalmente envoltos por solo é prevista perda de espessura máxima de 1,5 mm.

Para as demais estruturas metálicas não submersas, como a treliça da passarela/ponte, não será considerada perda de espessura, mas proteções como estruturas galvanizadas e pinturas de proteção. Manutenções periódicas devem ser realizadas conforme especificações dos fabricantes para garantir a vida útil destas estruturas.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 24/72	

8. EMBARCAÇÕES E USOS PREVISTOS

A maior embarcação tipo do projeto, a qual será utilizada para dimensionar o píer, possui 100 pés (30,5 m) de comprimento, conforme requerido pela prefeitura. Ressalta-se que, qualquer embarcação que ficar dentro dos requisitos máximos de atracação, em dimensões, deslocamento bruto, capacidade de aproximação e amarração poderá utilizá-lo, uma vez que tais especificidades correspondem diretamente aos esforços gerados nas estruturas previstas.




A profundidade do local a ser implantado o píer foi confirmada através de batimetria monofeixe de reconhecimento, a qual resultou em isobatas (leito marinho) com níveis em cotas -6,0 m IBGE, considerando NR da carta náutica como -0,85 m IBGE, tem-se profundidade viável para frequente uso de 5,15 m.

Dito isso, fora elaborada a tabela de embarcações de projeto, que demonstra as embarcações tipo a serem consideradas para o projeto do píer.

Tabela 1. Características das embarcação-tipo.

Características	36 pés	50 pés	100 pés
Comprimento (m)	11,30	15,82	30,48
Boca (m)	3,50	4,36	6,90
Calado (m)	0,70	1,26	1,67
Deslocamento leve (t)	6,00	18,30	115,80
Lotação máxima (pessoas)	14,00	16,00	25,00
Cap. tanque água doce (litros)	200,00	470,00	3028,00
Cap. tanque combustível (litros)	700,00	1300,00	15142,00
Deslocamento máximo estimado (t)	7,80	21,00	136,00

O píer também prevê uso por aglomeração de pessoas, visando permitir eventos municipais ou práticas de esporte e recreio comunitários, permitindo utilização de 150 kg/m² para pessoas (distribuídas simetricamente ou assimetricamente) e 50 kg/m² para equipamentos urbanos (bancos, lixeiras, iluminação). A capacidade máxima (lotação) do píer será sinalizada por meio de placas no local, as quais correspondem a até 50 pessoas simultaneamente para cada módulo de píer flutuante e passarela.

 <div>Prefeitura de Joinville</div>	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 25/72	

9. PROJETO ELÉTRICO E LUMINOTÉCNICO

As principais características luminotécnicas a serem avaliadas são luminância e a uniformidade luminosa. A luminância refere-se à quantidade de luz visível emitida ou refletida por uma superfície em uma direção específica. A uniformidade luminosa, por sua vez, busca uma distribuição uniforme da luminância em uma área iluminada, evitando contrastes excessivos que possam causar desconforto visual.




A iluminação dos flutuantes será elaborada por dispositivo balizadores de aproximadamente 1 metro de altura com fluxo luminoso de 1165 lúmenes e potência de 15 W.

A iluminação das passarelas será feita por arandelas equipadas com LED instaladas na treliça da estrutura a uma altura de aproximadamente 1 metro. O fluxo luminoso da luminária será de 441 lúmens e sua potência será de 30 W.

Foi considerada a substituição dos postes existentes e suas luminárias por luminárias LED, com uma potência de 29,5 W e um fluxo luminoso de 3524 lúmens.

9.1. MODELO

O projeto de iluminação para a nova ponte de acesso ao terminal foi elaborado utilizando o software DIALux evo 11.0. Foram modeladas as áreas dos flutuantes e da passarela de acesso. A Figura 12 apresenta o modelo digital da iluminação do píer flutuante de Espinheiros.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 26/72	

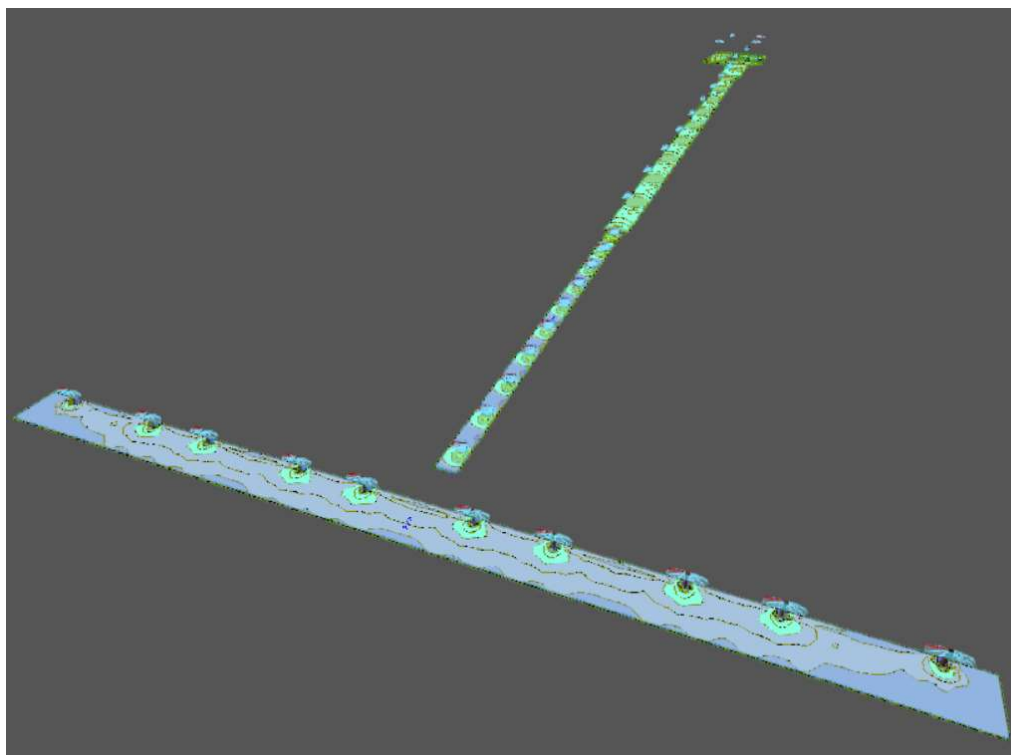


Figura 12. Modelo digital do píer de Espinheiros




9.2. DIMENSIONAMENTO

O resultado do dimensionamento luminotécnico pode ser observado na Tabela 2

Tabela 2. Resultado de iluminância e fator de uniformidade das regiões em análise

Região	Iluminância média (Em)	Iluminância mínima (Emín)	Iluminância máxima (Emáx)	Fator de uniformidade ($u = \frac{Emín}{Eméd}$)
Flutuante	23,60	7,50	45,40	0,32
Passarela	35,80	7,10	122,00	0,20
Pier existente	46,60	30,00	64,10	0,64

A iluminância média nas duas regiões do projeto atenderam aos requisitos normativos mínimos, excedendo 5 lux. Além disso, o fator de uniformidade mínimo, foi avaliado em 0,20, evidencia uma

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 27/72	

distribuição homogênea da iluminação da passagem, superando as exigências de qualidade e segurança estabelecidas para a classe de iluminação P3.

9.3. QUADRO DE CARGAS

Foram consideradas as seguintes potências para o dimensionamento elétrico do sistema.

Tabela 3. Quadro de cargas da iluminação do píer de Espinheiros

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	ILUMINAÇÃO (100W)	ILUMINAÇÃO (60W)
1	ILUMINAÇÃO	220	200	600
2	ILUMINAÇÃO	220	0	1500

9.4. CONDUTORES

O dimensionamento dos condutores é essencial para assegurar a integridade do sistema de iluminação do píer. Os condutores serão dimensionados de maneira a transportar a corrente de projeto e minimizar a queda de tensão. A queda de tensão é um fator crítico, uma vez que afeta diretamente o desempenho do sistema.

Circuito 1:

Corrente máxima: 4,55 A;

Fator de agrupamento: 0,80;




Comprimento máximo: 195,28 m.

Circuito 2:

Corrente máxima: 8,52 A;

Fator de agrupamento: 0,80;

Comprimento máximo: 158,48 m.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 28/72	

Com base na Tabela 4 retirada da NBR 5410, para a seção mínima do condutor de 16 mm² a capacidade de corrente será de 60 A. Esta seção demonstra-se adequada para a aplicação no sistema de iluminação segundo o critério de capacidade de corrente.

Tabela 4. Capacidade de condução de corrente para condutores de cobre e alumínio

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94

O dimensionamento com base no critério de queda de tensão adotou um limite máximo de 4,0%. Como pode ser observado na Tabela 5, a seção mínima necessária para que o condutor atenda à máxima queda de tensão de 5,0% é de 16,0 mm². Portanto, a seção final dos condutores será de 16,0 mm².






	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 29/72

Tabela 5. Quedas de tensão dos circuitos de iluminação

Trecho	Potência do Ramo (W)	Potência Acumulada (W)	Comprimento do Ramo (m)	Comprimento Acumulado (m)	Fator de Potência	Área da Seção (mm²)	Corrente (A)	Resistência (Ω)	Queda de Tensão	Queda de Tensão Acumulada		
Circuito 1												
1	100	100	2,00	2,00	0,8	16	0,57	0,007	0,010	0,00%	0,010	0,00%
2	60	160	11,00	13,00	0,8	16	0,91	0,039	0,088	0,04%	0,098	0,04%
3	60	220	0,55	13,55	0,8	16	1,25	0,002	0,006	0,00%	0,104	0,05%
4	60	280	11,00	24,55	0,8	16	1,59	0,039	0,154	0,07%	0,258	0,12%
5	60	340	0,55	25,10	0,8	16	1,93	0,002	0,009	0,00%	0,268	0,12%
6	60	400	5,50	30,60	0,8	16	2,27	0,019	0,110	0,05%	0,378	0,17%
7	400	800	164,68	195,28	0,8	16	4,55	0,580	6,597	3,00%	6,974	3,17%
Circuito 2												
1	60	60	3,80	3,80	0,8	16	0,34	0,013	0,011	0,01%	0,011	0,01%
2	60	120	3,80	7,60	0,8	16	0,68	0,013	0,023	0,01%	0,034	0,02%
3	60	180	3,80	11,40	0,8	16	1,02	0,013	0,034	0,02%	0,068	0,03%
4	60	240	3,80	15,20	0,8	16	1,36	0,013	0,046	0,02%	0,114	0,05%
5	60	300	10,00	25,20	0,8	16	1,70	0,035	0,150	0,07%	0,264	0,12%
6	60	360	3,80	29,00	0,8	16	2,05	0,013	0,068	0,03%	0,333	0,15%
7	60	420	3,80	32,80	0,8	16	2,39	0,013	0,080	0,04%	0,413	0,19%
8	60	480	3,80	36,60	0,8	16	2,73	0,013	0,091	0,04%	0,504	0,23%
9	60	540	3,80	40,40	0,8	16	3,07	0,013	0,103	0,05%	0,607	0,28%
10	60	600	5,00	45,40	0,8	16	3,41	0,018	0,150	0,07%	0,757	0,34%
11	60	660	8,42	53,82	0,8	16	3,75	0,030	0,278	0,13%	1,035	0,47%
12	60	720	8,04	61,86	0,8	16	4,09	0,028	0,290	0,13%	1,325	0,60%
13	60	780	8,48	70,34	0,8	16	4,43	0,030	0,331	0,15%	1,656	0,75%
14	60	840	8,12	78,46	0,8	16	4,77	0,029	0,342	0,16%	1,998	0,91%
15	60	900	8,33	86,79	0,8	16	5,11	0,029	0,375	0,17%	2,373	1,08%
16	60	960	8,08	94,87	0,8	16	5,45	0,028	0,388	0,18%	2,762	1,26%
17	60	1020	8,27	103,14	0,8	16	5,80	0,029	0,422	0,19%	3,184	1,45%
18	60	1080	8,38	111,52	0,8	16	6,14	0,030	0,453	0,21%	3,637	1,65%
19	60	1140	8,17	119,69	0,8	16	6,48	0,029	0,466	0,21%	4,104	1,87%
20	60	1200	9,40	129,09	0,8	16	6,82	0,033	0,565	0,26%	4,668	2,12%
21	60	1260	7,40	136,49	0,8	16	7,16	0,026	0,467	0,21%	5,135	2,33%
22	120	1380	6,49	142,98	0,8	16	7,84	0,023	0,448	0,20%	5,584	2,54%
23	120	1500	15,50	158,48	0,8	16	8,52	0,055	1,164	0,53%	6,748	3,07%

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 30/72	




10. PROJETO DE ESTRUTURAS

10.1. MODELO ESTRUTURAL

Os modelos computacionais das estruturas foram desenvolvidos com o auxílio do software Scia Engineer v.20, onde foram inseridas todas as características das estruturas e as cargas atuantes em suas concomitâncias ou não, resultando nos esforços utilizados nas verificações.

Na plataforma do software as paredes e lajes do flutuante foram modelados em placas (elementos 2D). Já as estacas, vigas e perfis metálicos foram modelados como barras (elementos 1D). Cada módulo flutuante foi modelado e dimensionado em concreto armado, para as estacas foi adotada alternativa de estaca metálica com plugue de concreto armado e o sistema de fixação com roletes do flutuante às estacas foi previsto em perfis metálicos. O modelo computacional foi avaliado para as diferentes variações de marés.

A seguir são apresentadas algumas imagens do modelo computacional elaborado para a estrutura do píer flutuante.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 31/72	

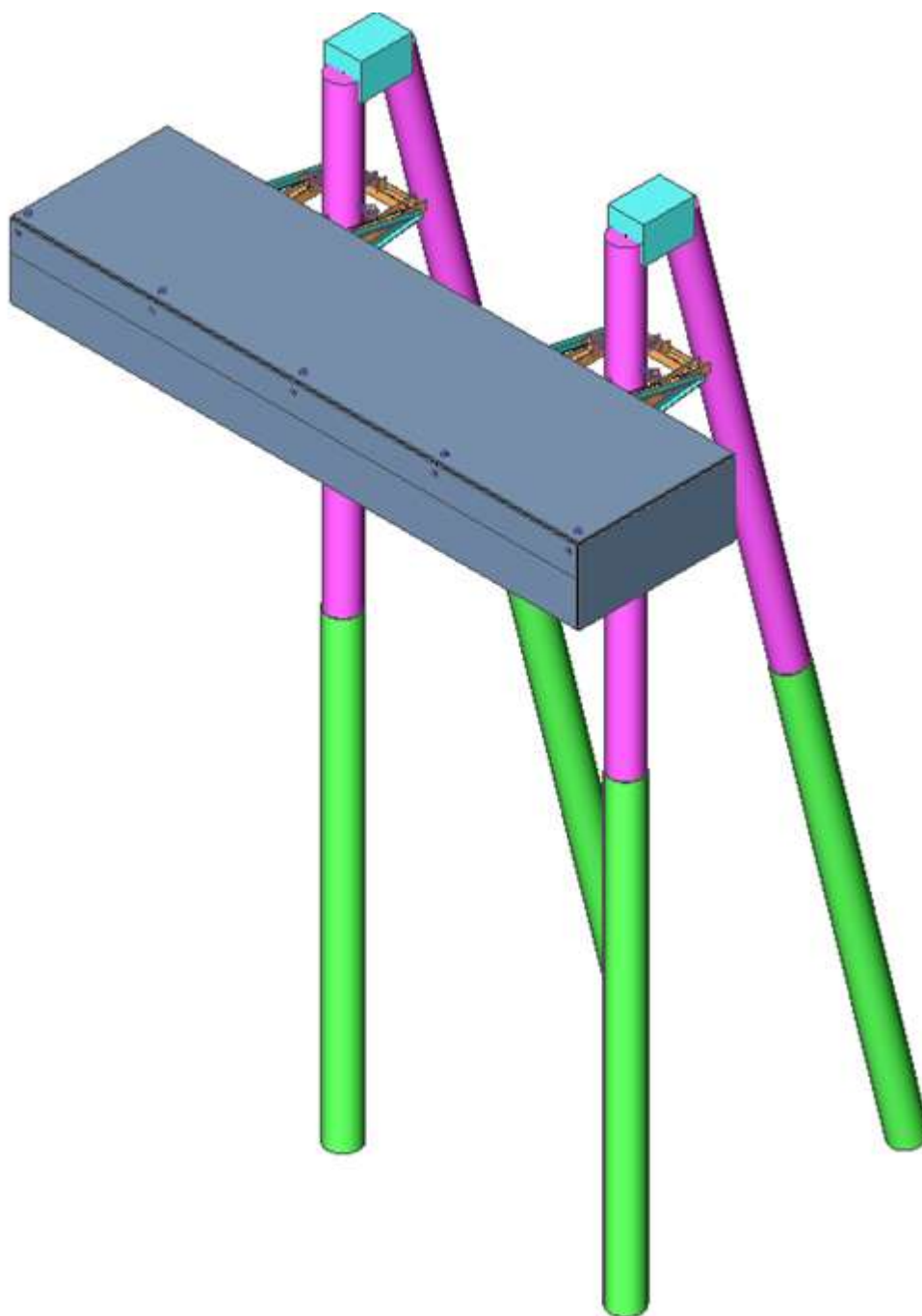





Figura 13. Modelo computacional – Vista isométrica.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 32/72	

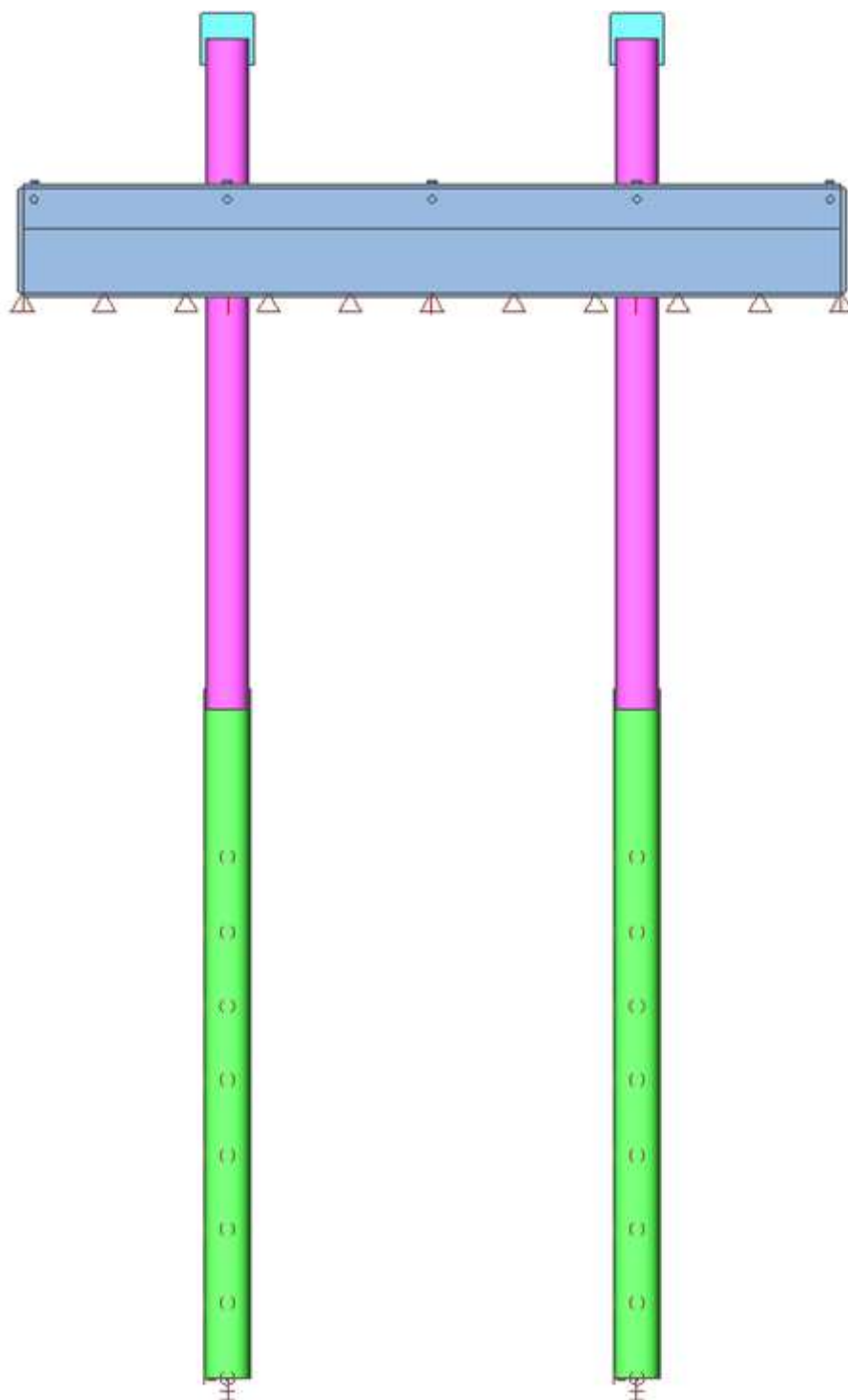





Figura 14. Modelo computacional – Vista frontal.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 33/72	

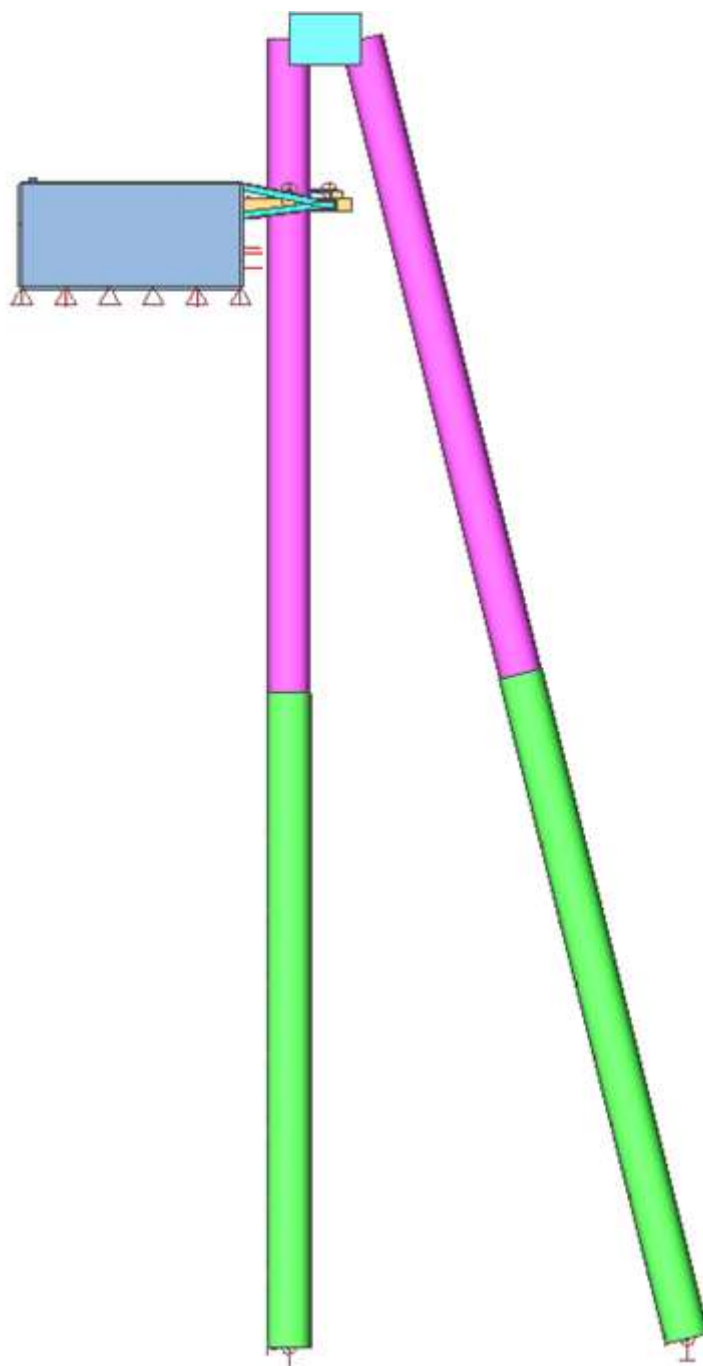





Figura 15. Modelo computacional – Vista lateral.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 34/72	

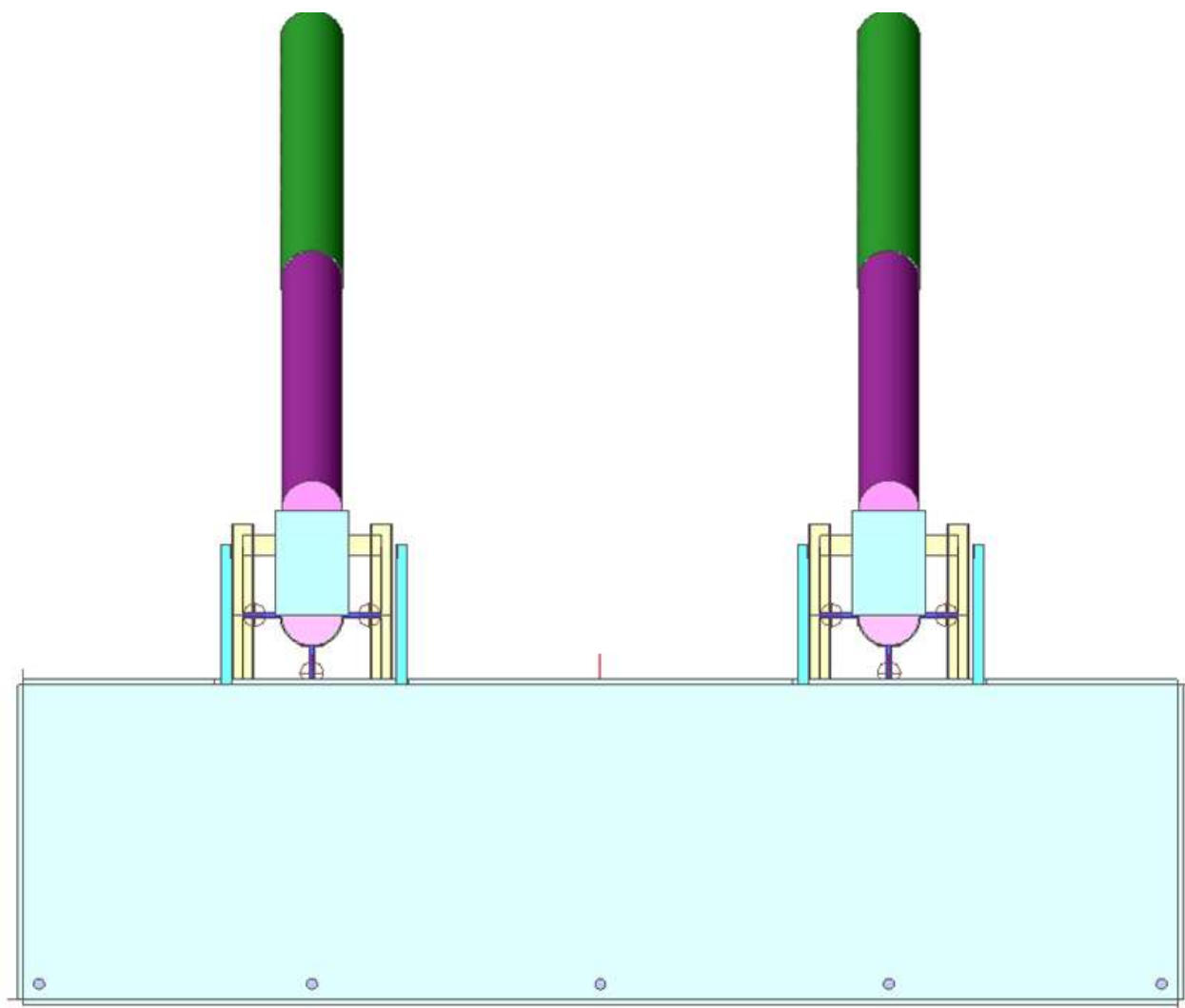





Figura 16. Modelo computacional – Vista superior.

10.2. CARREGAMENTOS

10.2.1. PESO PRÓPRIO

O software aplica automaticamente o carregamento na estrutura, sendo adotado o peso específico de 78,5 kN/m³ para as estruturas em aço e 25 kN/m³ para o concreto armado.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 35/72	

10.2.2. SOBRECARGA

Foi adotada sobrecarga de 2,0 kN/m², aplicada em diferentes casos de carga: sobre toda a laje e em regiões menores, de modo a simular o caso crítico.

10.2.3. EMPUXO DA ÁGUA

O empuxo da água foi aplicado de acordo com a formulação a seguir:

$$p_h = \rho \times g \times h$$

Onde:

p_h : pressão hidrostática no ponto de maior calado h (kN/m²)

ρ : densidade da água (t/m³)



g : aceleração da gravidade (m/s²)

h : calado máximo do elemento (m)

A pressão hidrostática considerada foi $p_h = 10 \text{ kN/m}^2$. A pressão foi aplicada em todas as paredes emersas do flutuante, sendo que a pressão aumenta de acordo com a profundidade, sendo nula na linha d'água e aumentando linearmente até chegar ao valor calculado na base do flutuante.

10.2.4. CARGAS DE AMARRAÇÃO

Esforços de amarração são determinados, de maneira geral, pela atuação das forças ambientais sobre as embarcações. O sistema de amarração pode ser composto por cabos de aço ou espas sintéticas lançados sobre o píer e amarrados em cabeços ou cunhos. Para o cálculo relativos à amarração foram utilizados os dados da maior embarcação tipo e as condicionantes de 1 m/s de corrente e 9 m/s (prox. de 32 km/h) de vento, as quais serão as condicionantes limites para uso seguro do píer.

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	FOLHA: 36/72




RESULTANTE (CORRENTE + VENTO)  Direção resultante: 81,0°		CORRENTE  Direção resultante: 63,3°		VENTO  Direção resultante: 90,0°	
Fx: 1,2 kN	Fy: 7,7 kN	Fx: 1,2 kN	Fy: 2,4 kN	Fx: 0,0 kN	Fy: 5,3 kN
Fd: 7,8 kN	Força resultante total	Fd: 2,70 kN	Força resultante da corrente	Fd: 5,3 kN	Força resultante do vento
EMBARCAÇÕES Comprimento da embarcação: 30,0 m Tipo embarcação: Yachts Calado: 1,67 m Boca: 6,9 m		PIANC 149 Pt 4 CORRENTE Tipo de água: Salgada Densidade da água: 1026,0 kg/m³ Velocidade da corrente: 1,0 m/s <i>Considerar pelo menos 1,0 m/s</i> Direção da corrente: 22,5° Cosseno: 0,9 (-)		PIANC 149 Pt 4 VENTO Velocidade de projeto do vento: 9,0 m/s Direção do vento em relação ao navio: 90,0° Pressão do vento: 0,0486 kN/m² Seno: 1,0 (-) Cosseno: 0,0 (-)	

Figura 17. Considerações de cálculo para amarração (metodologia PIANC).

A partir das formulações da PIANC 149 pt.4 e bibliografias consagradas de obras e estruturas portuárias, encontrou os esforços de amarração variando de 7 a 21,4 kN; assim, adotando-se o cálculo mais conservador e aplicando fator de segurança 2, tem-se que os cabeços do píer devam possuir capacidade de pelo menos 5 toneladas.

Com isso, a carga de amarração de 50 kN foi aplicada em cada um dos cabeços de amarração presentes no topo da estrutura do flutuante, a cada 45°, variando de 0 a 180°.




10.2.5. CARGAS DE ATRACAÇÃO

A acostagem das embarcações ao utilizarem o píer terão como modo operante a atracação indireta. Isso significa que, idealmente as embarcações tentarão realizar aproximações controladas com baixa velocidade, com a intenção de estabilizar-se ao lado da estrutura sem abalroá-la, utilizando-se do motor e de suas espias de amarração. Todavia, sabe-se que nem sempre é possível realizar tal aproximação, ocasionando assim no abalroamento da embarcação com a estrutura do píer. Logo, o cálculo de atracação no píer será dimensionado para contemplar tais situações de aproximações com aproximações com abalroamento (impacto).

Abaixo será demonstrado o cálculo da energia e reação na estrutura devido a atracação da maior embarcação tipo de projeto, ou seja, embarcação de 100 pés (deslocamento de 136 t). As defensas serão dimensionadas e escolhidas considerando que a embarcação atraca em somente um elemento.

As seguintes diretrizes foram adotadas para o dimensionamento dos sistemas de defesa:

- Ângulo máximo de atracação: 10°;
- Ponto de primeiro contato: 1/2 LBP;

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 37/72	

- Velocidade transversal máxima de atracação: 0,168 m/s;
- Defesa do tipo “*extrusion DD*”.

A energia de atracação é calculada pela seguinte formulação (Norma Britânica BS 6349):

$$E = \frac{1}{2} \times M_D \times V_B^2 \times C_M \times C_E \times C_S \times C_C$$

Onde:

- E é a energia de atracação característica;
- M_D é o deslocamento do navio;
- V_B é a velocidade de atracação da escuna, perpendicular ao berço;
- C_M é o coeficiente hidrodinâmico de massa;
- C_E é o coeficiente de excentricidade;
- C_S é o coeficiente de rigidez;
- C_C é o coeficiente de configuração de berço.

Assim, a energia de atracação resulta em:

$$E = \frac{1}{2} \times 136 \times 0,168^2 \times 1,49 \times 0,99 \times 1 \times 1 = 2,84 \text{ kNm}$$

Devido a embarcação ser de pequeno porte, baixo controle, será considerado coeficiente de majoração 2 para o dimensionamento e escolha da defesa:

$$E_D = 2 \times 2,84 = 5,68 \text{ kNm}$$

Onde E_D é a energia de atracação de projeto.




A escolha da defesa a ser utilizada é crucial para o dimensionamento estrutural, uma vez que a reação na estrutura correspondente a energia de atracação depende do modelo de defesa escolhido.

Para atracação da embarcação com seu deslocamento máximo (136 t), a defesa tipo *extrusion DD* 200 (Fabricantes Shibata Fender, Trelleborg ou outros similares) foi escolhida, a qual possui as seguintes especificações:

$$E_R = 5,7 \text{ kNm}$$

$$R_R = 153 \text{ kN}$$

Onde,

 <div>Prefeitura de Joinville</div>	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 38/72	

E_R é a energia de atracação máxima suportada pela defesa;

R_R é a reação/carga máxima da defesa.

Logo, as cargas de atracação foram adotadas conforme defesa tipo *extrusion* DD 200 (Fabricantes Shibata Fender, Trelleborg ou outros similares), que apresenta reação máxima de 153 kN. Cargas tangenciais à defesa foram aplicadas concomitantemente com as reações das defensas na magnitude de 50% da reação total, totalizando 77 kN, que foram aplicados para ambos os sentidos longitudinalmente à face frontal do flutuante.

10.2.6. TEMPERATURA

Foram adotados os efeitos da temperatura na estrutura com uma variação térmica de $\pm 15^\circ\text{C}$.

10.2.7. RETRAÇÃO DO CONCRETO




Para simular os efeitos da retração do concreto após o ato da concretagem, foi aplicado um efeito de temperatura de -10°C , para representar este efeito na laje da estrutura.

10.2.8. CORRENTE

Foi adotado uma carga linear de 0,44 kN/m nas estacas, no trecho submerso, e um carregamento em superfície de 1,13 kN/m² nas laterais do flutuante que também se encontram submersas. A carga foi aplicada nas duas direções do flutuante (longitudinal e perpendicular), totalizando 4 casos de carregamento.

10.2.9. VENTOS

Foi aplicada a carga de 2,40 kN/m² perpendicular às paredes emersas do flutuante, para ambas as direções, totalizando quatro casos de carregamento.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 39/72	

10.2.10. ONDAS

Para os esforços gerados pelas ondas, como a mesma ficou com altura abaixo de 0,3 m e período abaixo de 2 segundos, é possível aplicar a carga distribuída de 2 kN/m nas laterais do flutuante, totalizando quatro casos de carregamento.

10.2.11. CARGA VERTICAL NO ROLETE

Para cálculo dos esforços nas alças metálicas e roletes foram realizados estudos navais de estabilidade do flutuante. Por fim, o estudo demonstrou que o momento que deverá ser suportado pelas duas alças com roletes apoiadas nas quatro estacas de cada módulo flutuante, na condição simulada, deverá ser de:

$$M_{roletes} = 4,95 - 0,93$$

$$M_{roletes} = 4,02 \text{ t.m}$$

Tal carga será considerada para dimensionamento das estacas e para as alças e roletes.




Para representar o momento que deve ser suportado pela alça com roletes apoiada nas estacas do módulo flutuante, foi aplicada uma carga vertical de 30 kN, em dois casos de carregamento: nos roletes laterais e posteriores das estacas.

10.3. COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS

No *software*, os casos de carregamento foram agrupados em grupos de carga. Os coeficientes de ponderação para as combinações nos Estados Limites Último (ELU) e de Serviço (ELS) foram determinados para cada grupo de carga a partir da NBR 8681 e NBR 6118 e são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Coeficientes de ponderação dos carregamentos para ELU e ELS.

GRUPO DE CARGA	γ_g	γ_q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PERMANENTES	1,40	-	-	-	-




 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 40/72

SOBRECARGA	-	1,5	0,7	0,6	0,4
CABEÇO E DEFENSA	-	1,5	0,7	0,6	0,4
ONDA	-	1,5	0,7	0,6	0,4
VENTO	-	1,5	0,6	0,3	0
CORRENTE	-	1,5	0,7	0,6	0,4
EMPUXO	-	1,5	0,7	0,6	0,4
TEMPERATURA	-	1,2	0,6	0,5	0,3
CARGA VERTICAL ROLETE	-	1,5	0,7	0,6	0,4

Como o modelo apresenta muitos casos de carga, as combinações completas, com os respectivos coeficientes de majoração de norma, resultam em uma quantidade elevada de combinações. Logo, no item 10.6 são apresentadas apenas as combinações que geraram os maiores esforços nos elementos.

10.4. INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Para simular os efeitos do solo na estrutura, foram aplicadas molas por trechos de 1 metro nas estacas do modelo computacional, a partir do nível no qual as estacas encontram o solo. O coeficiente de reação lateral adotado foi de 5000 kN/m³ para solo predominantemente arenoso e medianamente compacto. Os coeficientes foram considerados crescentes com a profundidade.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 41/72	

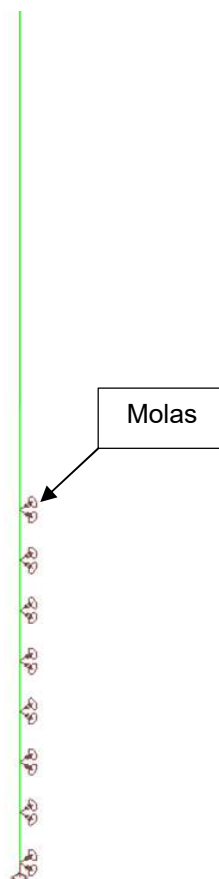





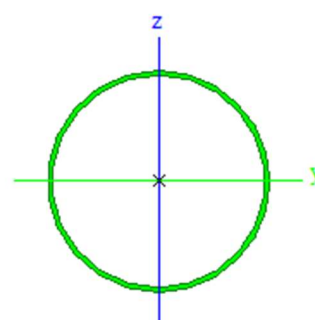
Figura 18. Exemplo de aplicação das molas no modelo computacional.

10.5. DADOS DO MODELO




Seções transversais

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 42/72	

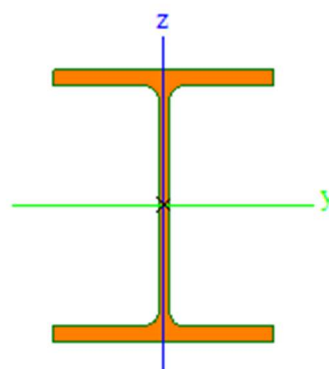
Nome	CS1
Tipo	LCHS610/12.7
Descrição de origem	Corus Tubes / Celsius LCHS Struct. & Conv. Business / Ed.03-2005
Item material	A572 grade 50
Fabricação	laminado
Use análise 2D MEF	x






A [m ²]	2,3800e-02	
A y, z [m ²]	1,5171e-02	1,5171e-02
I y, z [m ⁴]	1,0633e-03	1,0633e-03
I w [m ⁶], t [m ⁴]	7,1545e-38	2,1265e-03
W _{el} y, z [m ³]	3,4860e-03	3,4860e-03
W _{pl} y, z [m ³]	4,5320e-03	4,5320e-03
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	305	305
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	1,9163e+00	3,7528e+00
M _{ply} +, - [Nm]	1562935,25	1562935,25
M _{plz} +, - [Nm]	1562935,25	1562935,25

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 43/72	

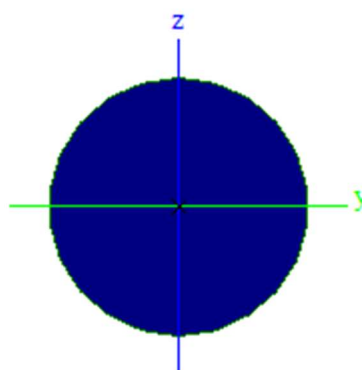
Nome	CS2
Tipo	W200x41.7
Descrição de origem	PERFIS Gerdau Açominas / Edition 2006
Item material	A36
Fabricação	laminado
Use análise 2D MEF	x






A [m ²]	5,3475e-03	
A _{y, z} [m ²]	3,7090e-03	1,5334e-03
I _{y, z} [m ⁴]	4,1144e-05	9,0073e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	8,3948e-08	2,3193e-07
W _{el y, z} [m ³]	4,0141e-04	1,0852e-04
W _{pl y, z} [m ³]	4,4857e-04	1,6571e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	83	103
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	1,0389e+00	1,0389e+00
M _{ply} +, - [Nm]	111289,76	111289,76
M _{plz} +, - [Nm]	41100,03	41100,03

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 44/72

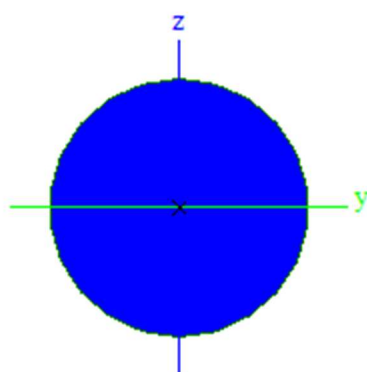
Nome	CS3
Tipo	BR2"
Descrição de origem	Catálogo Gerdau 2019
Item material	A36
Fabricação	laminado
Use análise 2D MEF	✓






A [m ²]	2,0268e-03	
A _{y, z} [m ²]	1,7377e-03	1,7377e-03
I _{y, z} [m ⁴]	3,2691e-07	3,2691e-07
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	0,0000e+00	6,5305e-07
W _{el y, z} [m ³]	1,2870e-05	1,2870e-05
W _{pl y, z} [m ³]	2,1849e-05	2,1849e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	25	25
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	1,5958e-01	1,5958e-01
M _{ply} +, - [Nm]	5417,01	5417,01
M _{plz} +, - [Nm]	5417,01	5417,01

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 45/72	

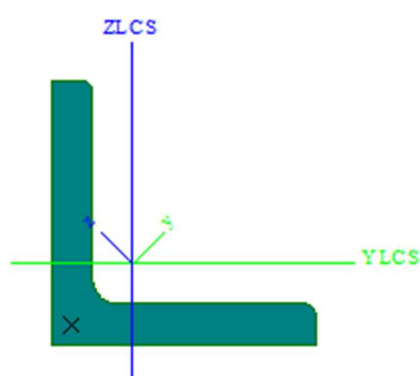
Nome	CS4
Tipo	BR4"
Descrição de origem	Catálogo Gerdau 2019
Item material	A36
Fabricação	laminado
Use análise 2D MEF	✓






A [m ²]	8,1073e-03	
A _{y, z} [m ²]	6,9504e-03	6,9504e-03
I _{y, z} [m ⁴]	5,2305e-06	5,2305e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	0,0000e+00	1,0452e-05
W _{el y, z} [m ³]	1,0296e-04	1,0296e-04
W _{pl y, z} [m ³]	1,7480e-04	1,7480e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	51	51
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	3,1917e-01	3,1917e-01
M _{ply +, -} [Nm]	43336,04	43336,04
M _{plz +, -} [Nm]	43336,04	43336,04

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 46/72	

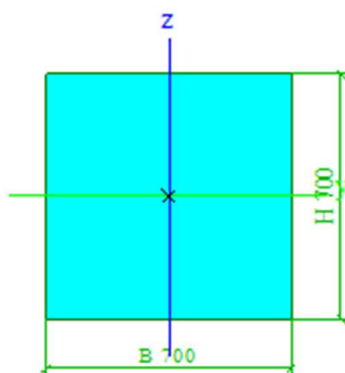
Nome	CS5
Tipo	L102x15,9
Descrição de origem	NBR 15980
Item material	A36
Fabricação	laminado
Use análise 2D MEF	*






A [m²]	2,9700e-03	
A y, z [m²]	2,5999e-03	2,5189e-03
I y, z [m⁴]	4,3756e-06	1,1644e-06
I YLCS, ZLCS [m⁴]	2,7700e-06	2,7700e-06
I w [m⁶], t [m⁴]	4,8543e-39	2,5400e-07
W _{el} y, z [m³]	6,0568e-05	2,6431e-05
W _{pl} y, z [m³]	9,8325e-05	5,0488e-05
d y, z [mm]	-33	0
c YUCS, ZUCS [mm]	31	31
α [deg]	45,00	
I _{YZLCS} [m⁴]	-1,5957e-06	
A L, D [m²/m]	4,0019e-01	3,9855e-01
M _{ply} +, - [Nm]	24384,53	24384,53
M _{plz} +, - [Nm]	12521,12	12521,12

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 47/72	

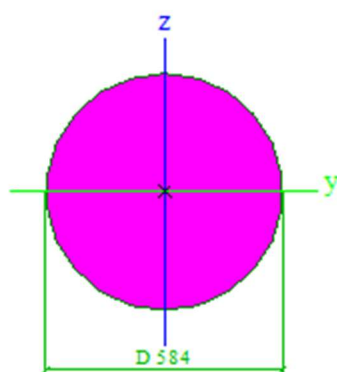
Nome	CS6
Tipo	Retângulo
Detalhado	700; 700
Item material	C40
Fabricação	concreto
Use análise 2D MEF	✓



A [m²]	4,9000e-01	
A y, z [m²]	4,0849e-01	4,0849e-01
I y, z [m⁴]	2,0008e-02	2,0008e-02
I w [m⁶], t [m⁴]	1,5834e-05	3,3766e-02
W _{el} y, z [m³]	5,7167e-02	5,7167e-02
W _{pl} y, z [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	350	350
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	2,8000e+00	2,8000e+00
M _{ply} +, - [Nm]	0,00	0,00
M _{plz} +, - [Nm]	0,00	0,00

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 48/72	

Nome	CS7
Tipo	Círculo
Detalhado	584
Item material	C20
Fabricação	concreto
Use análise 2D MEF	✓






A [m²]	2,6805e-01	
A y, z [m²]	2,2981e-01	2,2981e-01
I y, z [m⁴]	5,7176e-03	5,7176e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	8,3160e-15	1,1422e-02
W _{el} y, z [m³]	1,9574e-02	1,9574e-02
W _{pl} y, z [m³]	3,3230e-02	3,3230e-02
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	292	292
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	1,8352e+00	1,8352e+00
M _{ply} +, - [Nm]	0,00	0,00
M _{plz} +, - [Nm]	0,00	0,00

Materiais

Aço




Nome	Tipo	Módulo E (MPa)	Poisson - nu	Módulo G (MPa)	Fu	Fy
A36	Aço	2,00E+05	0,3	7,69E+04	400	248
A572 grade 50	Aço	2,00E+05	0,3	7,69E+04	448	345

Concreto




 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 49/72

Nome	Expansão térmica (m/mK)	Massa untária (kg/m³)	Módulo Ecs (MPa)	Módulo G (MPa)	Poisson - nu	Resistência característica à compressão fck (28) (MPa)
C20	1,00E-05	2500	2,13E+04	3,19E+04	0,2	20
C40	1,00E-05	2500	8,87E+03	1,33E+04	0,2	40

Nós




 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 50/72

Nome	X [m]	Y [m]	Z [m]	Elemento	Elemento 2D	Nome	X [m]	Y [m]	Z [m]	Elemento	Elemento 2D
N1	0	0	-1,4	S1; S3; S6		N56	5,5	0,15	0,1	B21	
N2	11	0	-1,4	S1; S3; S5		N57	5,5	0	-0,15		
N3	11	3	-1,4	S1; S4; S5		N58	5,5	-0,05	-0,15	B22	
N4	0	3	-1,4	S1; S4; S6		N59	8,25	0	-0,15		
N5	0	0	0	S2; S3; S6; R1		N60	8,25	-0,05	-0,15	B23	
N6	11	0	0	S2; S3; S5; R1		N61	8,25	0,15	0		
N7	11	3	0	S2; S4; S5		N62	8,25	0,15	0,1	B24	
N8	0	3	0	S2; S4; S6		N63	10,85	0,15	0		
N9	8,25	0	-1,4	S7		N64	10,85	0,15	0,1	B25	
N10	8,25	0	0	S7		N65	10,85	0	-0,15		
N11	8,25	3	0	S7		N66	10,85	-0,05	-0,15	B26	
N12	8,25	3	-1,4	S7		N67	2,09	3	-0,45		
N13	5,5	0	-1,4	S8		N68	3,41	3	-0,45		
N14	5,5	0	0	S8		N69	7,59	3	-0,45		
N15	5,5	3	0	S8		N70	2,75	4,665	2	B28; B45	
N16	5,5	3	-1,4	S8		N71	2,75	9,1351425	-15,88057	B27	
N17	2,75	0	-1,4	S9		N72	8,25	4,665	2	B30; B46	
N18	2,75	0	0	S9		N73	8,25	9,1351425	-15,88057	B29	
N19	2,75	3	0	S9		N74	8,91	4,33	-0,28	B3; B5; B43; B44	
N20	2,75	3	-1,4	S9		N75	7,59	4,33	-0,28	B4; B5; B41; B42	
N21	2,75	3,665	-16	B1		N76	3,41	4,33	-0,28	B6; B7; B39; B40	
N22	2,75	3,665	2	B28; B47		N77	2,09	4,33	-0,28	B7; B8; B37; B38	
N23	8,25	3,665	-16	B2		N78	2,75	4,33	-0,08	B14; B31	
N24	8,25	3,665	2	B30; B48		N79	2,75	3,665	-0,08	B13; B14; B16; B47	
N25	8,91	3	-0,28			N80	2,09	3,665	-0,08	B16; B32	
N26	8,91	4,53	-0,28	B3		N81	3,41	3,665	-0,08	B13; B33	
N27	7,59	4,53	-0,28	B4		N82	8,25	4,33	-0,08	B11; B34	
N28	7,59	3	-0,28			N83	8,91	3,665	-0,08	B10; B35	
N29	3,41	4,53	-0,28	B6		N84	7,59	3,665	-0,08	B12; B36	
N30	3,41	3	-0,28			N85	8,25	3,665	-0,08	B10; B11; B12; B48	
N31	2,09	4,53	-0,28	B8		N86	2,09	3	0		
N32	2,09	3	-0,28			N87	3,41	3	0		
N33	3,41	3,306	-0,28	B6		N88	7,59	3	0		
N34	2,09	3,306	-0,28	B8		N89	8,91	3	0		
N35	8,91	3,306	-0,28	B3		N90	8,91	3	-0,45		
N36	7,59	3,306	-0,28	B4		N91	0	0	-0,55		R1
N37	8,25	3	-0,28			N92	11	0	-0,55		R1
N38	8,25	3,665	-0,28	B9; B48		N93	1,825	3	0		R2
N39	8,91	3,665	-0,28	B3; B35		N94	1,825	3	-0,61		R2
N40	8,25	4,33	-0,28	B5; B34		N95	3,675	3	-0,61		R2
N41	7,59	3,665	-0,28	B4; B36		N96	3,675	3	0		R2
N42	3,41	3,665	-0,28	B6; B33		N97	7,325	3	0		R3
N43	2,75	3,665	-0,28	B15; B47		N98	7,325	3	-0,61		R3
N44	2,75	4,33	-0,28	B7; B31		N99	9,175	3	-0,61		R3
N45	2,75	3	-0,28			N100	9,175	3	0		R3
N46	2,09	3,665	-0,28	B8; B32		N101	8,25	0	-0,55		
N47	0,15	0,15	0			N102	5,5	0	-0,55		
N48	0,15	0,15	0,1	B17		N103	2,75	0	-0,55		
N49	0,15	0	-0,15			N104	8,25	3	-0,61		
N50	0,15	-0,05	-0,15	B18		N105	2,75	3	-0,61		
N51	2,75	0,15	0			N106	2,75	6,847820625	-6,731282501	B27; B45	
N52	2,75	0,15	0,1	B19		N107	8,25	6,847820625	-6,731282501	B29; B46	
N53	2,75	0	-0,15			N108	2,75	3,665	-7	B1; B47	
N54	2,75	-0,05	-0,15	B20		N109	8,25	3,665	-7	B2; B48	
N55	5,5	0,15	0								

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 51/72

Elementos

Nome	Tipo	Nó inicial.	Nó final	Seção Transversal	Comprimento [m]	Sistema da linha do elemento	ey [mm]	ez [mm]
B1	pilar (100)	N21	N108	CS1 - LCHS610/12.7	9,00	Centro	0	0
B2	pilar (100)	N23	N109	CS1 - LCHS610/12.7	9,00	Centro	0	0
B3	viga (80)	N25	N26	CS2 - W200x41.7	1,53	Centro	0	0
B4	viga (80)	N27	N28	CS2 - W200x41.7	1,53	Centro	0	0
B5	viga (80)	N74	N75	CS2 - W200x41.7	1,32	Centro	0	0
B6	banzo de treliça (95)	N30	N29	CS2 - W200x41.7	1,53	Centro	0	0
B7	banzo de treliça (95)	N76	N77	CS2 - W200x41.7	1,32	Centro	0	0
B8	banzo de treliça (95)	N31	N32	CS2 - W200x41.7	1,53	Centro	0	0
B9	viga (80)	N37	N38	CS3 - BR2"	0,67	Centro	0	0
B10	viga (80)	N83	N85	CS3 - BR2"	0,66	Centro	0	0
B11	viga (80)	N82	N85	CS3 - BR2"	0,67	Centro	0	0
B12	viga (80)	N84	N85	CS3 - BR2"	0,66	Centro	0	0
B13	viga (80)	N81	N79	CS3 - BR2"	0,66	Centro	0	0
B14	viga (80)	N78	N79	CS3 - BR2"	0,67	Centro	0	0
B15	viga (80)	N45	N43	CS3 - BR2"	0,67	Centro	0	0
B16	viga (80)	N80	N79	CS3 - BR2"	0,66	Centro	0	0
B17	viga (80)	N47	N48	CS4 - BR4"	0,10	Centro	0	0
B18	viga (80)	N49	N50	CS4 - BR4"	0,05	Centro	0	0
B19	viga (80)	N51	N52	CS4 - BR4"	0,10	Centro	0	0
B20	viga (80)	N53	N54	CS4 - BR4"	0,05	Centro	0	0
B21	viga (80)	N55	N56	CS4 - BR4"	0,10	Centro	0	0
B22	viga (80)	N57	N58	CS4 - BR4"	0,05	Centro	0	0
B23	viga (80)	N59	N60	CS4 - BR4"	0,05	Centro	0	0
B24	viga (80)	N61	N62	CS4 - BR4"	0,10	Centro	0	0
B25	viga (80)	N63	N64	CS4 - BR4"	0,10	Centro	0	0
B26	viga (80)	N65	N66	CS4 - BR4"	0,05	Centro	0	0
B27	pilar (100)	N71	N106	CS1 - LCHS610/12.7	9,43	Centro	0	0
B28	viga (80)	N22	N70	CS6 - Retângulo (700; 700)	1,00	Centro	0	0
B29	pilar (100)	N73	N107	CS1 - LCHS610/12.7	9,43	Centro	0	0
B30	viga (80)	N24	N72	CS6 - Retângulo (700; 700)	1,00	Centro	0	0
B31	viga (80)	N44	N78	CS2 - W200x41.7	0,20	Centro	0	0
B32	viga (80)	N46	N80	CS2 - W200x41.7	0,20	Centro	0	0
B33	viga (80)	N42	N81	CS2 - W200x41.7	0,20	Centro	0	0
B34	viga (80)	N40	N82	CS2 - W200x41.7	0,20	Centro	0	0
B35	viga (80)	N39	N83	CS2 - W200x41.7	0,20	Centro	0	0
B36	viga (80)	N41	N84	CS2 - W200x41.7	0,20	Centro	0	0
B37	viga (80)	N67	N77	CS5 - L102x15,9	1,34	Centro	0	0
B38	viga (80)	N86	N77	CS5 - L102x15,9	1,36	Centro	0	0
B39	viga (80)	N68	N76	CS5 - L102x15,9	1,34	Centro	0	0
B40	viga (80)	N87	N76	CS5 - L102x15,9	1,36	Centro	0	0
B41	viga (80)	N69	N75	CS5 - L102x15,9	1,34	Centro	0	0
B42	viga (80)	N88	N75	CS5 - L102x15,9	1,36	Centro	0	0
B43	viga (80)	N89	N74	CS5 - L102x15,9	1,36	Centro	0	0
B44	viga (80)	N90	N74	CS5 - L102x15,9	1,34	Centro	0	0
B45	pilar (100)	N106	N70	CS7 - Círculo (584)	9,00	Centro	0	0
B46	pilar (100)	N107	N72	CS7 - Círculo (584)	9,00	Centro	0	0
B47	pilar (100)	N108	N22	CS7 - Círculo (584)	9,00	Centro	0	0
B48	pilar (100)	N109	N24	CS7 - Círculo (584)	9,00	Centro	0	0

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 52/72	

Elementos 2D

Nome	Tipo	Material	Comportamento do elemento	Espessura	Nó
S1	placa (90)	C40	MEF padrão	100	N1; N2; N3; N4
S2	placa (90)	C40	MEF padrão	100	N5; N6; N7; N8
S3	placa (90)	C40	MEF padrão	100	N5; N1; N2; N6
S4	placa (90)	C40	MEF padrão	100	N8; N4; N3; N7
S5	placa (90)	C40	MEF padrão	100	N2; N6; N7; N3
S6	placa (90)	C40	MEF padrão	100	N1; N5; N8; N4
S7	placa (90)	C40	MEF padrão	60	N9; N10; N11; N12
S8	placa (90)	C40	MEF padrão	60	N13; N14; N15; N16
S9	placa (90)	C40	MEF padrão	60	N17; N18; N19; N20

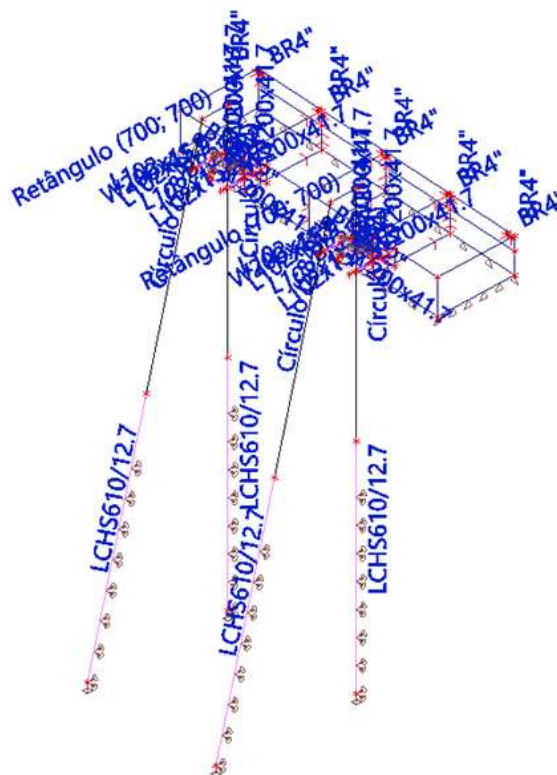




Figura 19. Modelo computacional – Elementos 1D.




	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 53/72

Apoios em nó

Nome	Tipo	Restrições	X	Y	Z	Rx	Rigidez X [MN/m]	Ry	Rigidez Y [MN/m]	Rz	Nó
Sn1	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Rígido	Livre	32	Livre	32	Rígido	N21
Sn2	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Rígido	Livre	32	Livre	32	Rígido	N23
Sn3	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Rígido	Livre	32	Livre	32	Rígido	N71
Sn4	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Rígido	Livre	32	Livre	32	Rígido	N73

Apoios 1D

Nome	Tipo	Restrições	X	Y	Z	Rx	Rigidez X [MN/m]	Ry	Rigidez Y [MN/m]	Rz	Elemento	Definição de coord. (abso)	Posição x [m]	Origem
Sb1	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	28	Livre	28	Livre	B2	Abso	1	Do início
Sb2	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	28	Livre	28	Livre	B1	Abso	1	Do início
Sb3	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	24	Livre	24	Livre	B2	Abso	2	Do início
Sb4	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	24	Livre	24	Livre	B1	Abso	2	Do início
Sb5	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	20	Livre	20	Livre	B1	Abso	3	Do início
Sb6	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	20	Livre	20	Livre	B2	Abso	3	Do início
Sb7	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	16	Livre	16	Livre	B1	Abso	4	Do início
Sb8	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	16	Livre	16	Livre	B2	Abso	4	Do início
Sb9	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	12	Livre	12	Livre	B1	Abso	5	Do início
Sb10	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	12	Livre	12	Livre	B2	Abso	5	Do início
Sb11	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	8	Livre	8	Livre	B1	Abso	6	Do início
Sb12	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	8	Livre	8	Livre	B2	Abso	6	Do início
Sb13	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	4	Livre	4	Livre	B1	Abso	7	Do início
Sb14	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	4	Livre	4	Livre	B2	Abso	7	Do início
Sb15	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	28	Livre	28	Livre	B27	Abso	1	Do início
Sb16	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	24	Livre	24	Livre	B27	Abso	2	Do início
Sb17	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	20	Livre	20	Livre	B27	Abso	3	Do início
Sb18	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	16	Livre	16	Livre	B27	Abso	4	Do início
Sb19	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	12	Livre	12	Livre	B27	Abso	5	Do início
Sb20	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	8	Livre	8	Livre	B27	Abso	6	Do início
Sb21	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	4	Livre	4	Livre	B27	Abso	7	Do início
Sb22	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	28	Livre	28	Livre	B29	Abso	1	Do início
Sb23	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	24	Livre	24	Livre	B29	Abso	2	Do início
Sb24	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	20	Livre	20	Livre	B29	Abso	3	Do início
Sb25	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	16	Livre	16	Livre	B29	Abso	4	Do início
Sb26	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	12	Livre	12	Livre	B29	Abso	5	Do início
Sb27	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	8	Livre	8	Livre	B29	Abso	6	Do início
Sb28	Padrão	Customizar	Flexível	Flexível	Livre	Livre	4	Livre	4	Livre	B29	Abso	7	Do início

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 54/72	

Apoio em elemento 2D

Nome	Tipo	Elemento 2D	Subsolo
SS1	Individual	S1	Agua - Agua

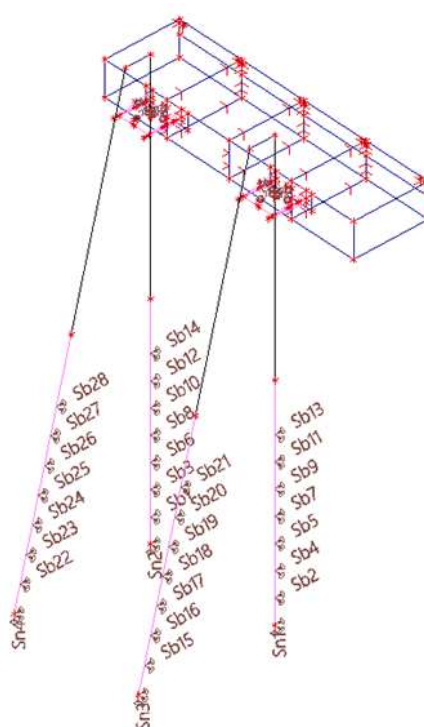






Figura 20. Modelo computacional – Apoios.

Carga pontual em nó

Nome	Tipo	Direção	Nó	Ângulo [gr]	Valor - F [kN]	Caso de carga	Sistema
F1	Força	Y	N50		153	DEF1 - Defesa	GCS
F2	Força	Y	N50		153	DEF2 - Defesa	GCS
F3	Força	Y	N50		153	DEF3 - Defesa	GCS
F4	Força	X	N50		77	DEF2 - Defesa	GCS
F5	Força	X	N50		-77	DEF3 - Defesa	GCS
F6	Força	Z	N40		-30	Vert.Horiz.Rol.1 - Carga Vertical no Rolete	GCS
F7	Força	X	N48		50	CAB1 - CABECO	GCS
F8	Força	X	N48	Rz-45,00	50	CAB2 - CABECO	GCS
F9	Força	X	N48	Rz-90,00	50	CAB3 - CABECO	GCS

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 55/72

F10	Força	X	N48	Rz-135,00	50	CAB4 - CABECO	GCS
F11	Força	X	N48	Rz-180,00	50	CAB5 - CABECO	GCS
F12	Força	X	N52		50	CAB6 - CABECO	GCS
F13	Força	X	N52	Rz-45,00	50	CAB7 - CABECO	GCS
F14	Força	X	N52	Rz-90,00	50	CAB8 - CABECO	GCS
F15	Força	X	N52	Rz-135,00	50	CAB9 - CABECO	GCS
F16	Força	X	N52	Rz-180,00	50	CAB10 - CABECO	GCS
F17	Força	Y	N54		153	DEF4 - Defesa	GCS
F18	Força	Y	N54		153	DEF5 - Defesa	GCS
F19	Força	Y	N54		153	DEF6 - Defesa	GCS
F20	Força	X	N54		77	DEF5 - Defesa	GCS
F21	Força	X	N54		-77	DEF6 - Defesa	GCS
F33	Força	Y	N58		153	DEF7 - Defesa	GCS
F36	Força	Y	N58		153	DEF8 - Defesa	GCS
F37	Força	X	N58		77	DEF8 - Defesa	GCS
F40	Força	Y	N58		153	DEF9 - Defesa	GCS
F41	Força	X	N58		-77	DEF9 - Defesa	GCS
F43	Força	X	N56		50	CAB11 - CABECO	GCS
F45	Força	X	N56	Rz-45,00	50	CAB12 - CABECO	GCS
F47	Força	X	N56	Rz-90,00	50	CAB13 - CABECO	GCS
F49	Força	X	N56	Rz-135,00	50	CAB14 - CABECO	GCS
F51	Força	X	N56	Rz-180,00	50	CAB15 - CABECO	GCS
F52	Força	Y	N60		153	DEF10 - Defesa	GCS
F53	Força	Y	N60		153	DEF11 - Defesa	GCS
F54	Força	X	N60		77	DEF11 - Defesa	GCS
F55	Força	Y	N60		153	DEF12 - Defesa	GCS
F56	Força	X	N60		-77	DEF12 - Defesa	GCS
F57	Força	X	N62		50	CAB16 - CABECO	GCS
F58	Força	X	N62	Rz-45,00	50	CAB17 - CABECO	GCS
F59	Força	X	N62	Rz-90,00	50	CAB18 - CABECO	GCS
F60	Força	X	N62	Rz-135,00	50	CAB19 - CABECO	GCS
F61	Força	X	N62	Rz-180,00	50	CAB20 - CABECO	GCS
F62	Força	X	N64		50	CAB21 - CABECO	GCS
F63	Força	X	N64	Rz-45,00	50	CAB22 - CABECO	GCS
F64	Força	X	N64	Rz-90,00	50	CAB23 - CABECO	GCS
F65	Força	X	N64	Rz-135,00	50	CAB24 - CABECO	GCS
F66	Força	X	N64	Rz-180,00	50	CAB25 - CABECO	GCS
F67	Força	Y	N66		153	DEF13 - Defesa	GCS
F68	Força	Y	N66		153	DEF14 - Defesa	GCS
F69	Força	Y	N66		153	DEF15 - Defesa	GCS



	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 56/72

F70	Força X	N66	77	DEF14 - Defesa	GCS
F71	Força X	N66	-77	DEF15 - Defesa	GCS
F72	Força Z	N44	-30	Vert.Horiz.Rol.1 - Carga Vertical no Rolete	GCS
F73	Força Z	N46	-30	Vert.Horiz.Rol.2 - Carga Vertical no Rolete	GCS
F74	Força Z	N41	-30	Vert.Horiz.Rol.2 - Carga Vertical no Rolete	GCS

Carga linear 1D

Nome	Tipo	Distribuição	Direção	Valor - P[kN/m]	Elemento	Caso de carga	Sistema	Locação	Definição de coord. x(abso) [m]	Posição x(abso) [m]	Posição x(abso) [m]	Origem
LF1	Força	Uniforme	X	-0,44	B2	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF2	Força	Uniforme	X	-0,44	B29	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF3	Força	Uniforme	X	-0,44	B1	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF4	Força	Uniforme	X	-0,44	B27	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF5	Força	Uniforme	X	0,44	B2	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF6	Força	Uniforme	X	0,44	B29	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF7	Força	Uniforme	X	0,44	B1	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF8	Força	Uniforme	X	0,44	B27	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF9	Força	Uniforme	Y	0,44	B2	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF10	Força	Uniforme	Y	0,44	B29	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF11	Força	Uniforme	Y	0,44	B1	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF12	Força	Uniforme	Y	0,44	B27	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF13	Força	Uniforme	Y	-0,44	B2	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF14	Força	Uniforme	Y	-0,44	B29	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF15	Força	Uniforme	Y	-0,44	B1	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF16	Força	Uniforme	Y	-0,44	B27	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	7	15,5	Do início
LF17	Força	Uniforme	Y	-0,44	B45	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF18	Força	Uniforme	Y	-0,44	B47	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF19	Força	Uniforme	Y	-0,44	B48	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF21	Força	Uniforme	Y	-0,44	B46	CORR4 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF23	Força	Uniforme	X	0,44	B45	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF24	Força	Uniforme	X	0,44	B46	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF25	Força	Uniforme	X	0,44	B47	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF26	Força	Uniforme	X	0,44	B48	CORR2 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF27	Força	Uniforme	Y	0,44	B45	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF28	Força	Uniforme	Y	0,44	B46	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF29	Força	Uniforme	Y	0,44	B47	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF30	Força	Uniforme	Y	0,44	B48	CORR3 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF22	Força	Uniforme	X	-0,44	B45	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF31	Força	Uniforme	X	-0,44	B46	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF32	Força	Uniforme	X	-0,44	B47	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim
LF33	Força	Uniforme	X	-0,44	B48	CORR1 - Corrente	GCS	Comprimento	Abso	3	9	Do fim

Carga linear livre

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 57/72




Nome	Tipo	Distribuição	Direção	Valor - P [kN/m]	Coord X	Coord Y	Coord Z	Caso de carga	Validade	Sistema	Locação
FL5	Força	Uniforme	X	-2	11,000; 11,000	0,000; 3,000	-0,400; -0,400	ONDA1 - Onda	Z=0	GCS	Comprimento
FL6	Força	Uniforme	X	2	0,000; 0,000	0,000; 3,000	-0,400; -0,400	ONDA2 - Onda	Z=0	GCS	Comprimento
FL7	Força	Uniforme	Y	2	0,000; 11,000	0,000; 0,000	-0,400; -0,400	ONDA3 - Onda	Z=0	GCS	Comprimento
FL8	Força	Uniforme	Y	-2	0,000; 11,000	3,000; 3,000	-0,400; -0,400	ONDA4 - Onda	Z=0	GCS	Comprimento

Carga de superfície

Nome	Tipo	Direção	Valor [kN/m^2]	Elemento 2D	Caso de carga	Sistema	Locação
SF1	Força	Z	-2	S2	SC1 - Sobrecarga	LCS	Comprimento

Carga de superfície livre

ome	Tipo	Distribuição	Direção	q [kN/m^2]	q1 [kN/m^2]	q2 [kN/m^2]	Coord X	Coord Y	Coord Z	Caso de carga	Validade	Sistema	Locação
FF1	Força	Uniforme	Z	-2			0,000; 2,750; 2,750; 0,000	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC2 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF2	Força	Uniforme	Z	-2			5,500; 8,250; 8,250; 5,500	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC2 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF3	Força	Uniforme	Z	-2			2,750; 5,500; 5,500; 2,750	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC3 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF4	Força	Uniforme	Z	-2			8,250; 11,000; 11,000; 8,250	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC3 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF5	Força	Uniforme	Z	-2			0,000; 5,500; 5,500; 0,000	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC4 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF7	Força	Uniforme	Z	-2			5,500; 11,000; 11,000; 5,500	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC5 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF10	Força	Uniforme	Z	-2			0,000; 5,500; 5,500; 0,000	0,000; 0,000; 1,500; 1,500	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC6 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF11	Força	Uniforme	Z	-2			5,500; 11,000; 11,000; 5,500	0,000; 0,000; 1,500; 1,500	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC7 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF14	Força	Uniforme	Z	-2			0,000; 5,500; 5,500; 0,000	1,500; 1,500; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC8 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF15	Força	Uniforme	Z	-2			5,500; 11,000; 11,000; 5,500	1,500; 1,500; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC9 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF17	Força	Uniforme	Z	-2			0,000; 11,000; 11,000; 0,000	1,500; 1,500; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC10 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF19	Força	Uniforme	Z	-2			0,000; 11,000; 11,000; 0,000	0,000; 0,000; 1,500; 1,500	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC11 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF20	Força	Uniforme	X	-2,4			11,000; 11,000; 11,000; 11,000	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	-0,500; 0,000; 0,000; -0,500	VENTO1 - Vento	Z=0	GCS	Comprimento
FF21	Força	Uniforme	X	2,4			0,000; 0,000; 0,000; 0,000	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	-0,500; 0,000; 0,000; -0,500	VENTO2 - Vento	Z=0	GCS	Comprimento
FF22	Força	Uniforme	Y	2,4			11,000; 11,000; 0,000; 0,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	0,000; -0,500; 0,500; 0,000	VENTO3 - Vento	Z=0	GCS	Comprimento
FF23	Força	Uniforme	Y	-2,4			11,000; 11,000; 0,000; 0,000	3,000; 3,000; 0,000; 0,000	0,000; -0,500; 0,500; 0,000	VENTO4 - Vento	Z=0	GCS	Comprimento
FF24	Força	Uniforme	X	-1,13			11,000; 11,000; 11,000; 11,000	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	-1,400; -0,500; -0,500; -1,400	CORR1 - Corrente	Z=0	GCS	Comprimento
FF25	Força	Uniforme	X	1,13			0,000; 0,000; 0,000; 0,000	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	-1,400; -0,500; -0,500; -1,400	CORR2 - Corrente	Z=0	GCS	Comprimento
FF26	Força	Uniforme	Y	1,13			11,000; 11,000; 0,000; 0,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	-0,500; -1,400; -1,400; -0,500	CORR3 - Corrente	Z=0	GCS	Comprimento
FF27	Força	Uniforme	Y	-1,13			11,000; 11,000; 0,000; 0,000	3,000; 3,000; 3,000; 3,000	-0,500; -1,400; -1,400; -0,500	CORR4 - Corrente	Z=0	GCS	Comprimento
FF28	Força	Dir Y	Z	0	11		0,000; 11,000; 11,000; 0,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	-0,300; -0,300; -1,400; -1,400	EMPUXO - Empuxo agua	Tudo	LCS de elemento	Comprimento
FF29	Força	Uniforme	Z	-2			0,000; 2,750; 2,750; 0,000	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC12 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento
FF30	Força	Uniforme	Z	-2			8,250; 11,000; 11,000; 8,250	0,000; 0,000; 3,000; 3,000	0,000; 0,000; 0,000; 0,000	SC13 - Sobrecarga	Z=0	GCS	Comprimento

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 58/72	

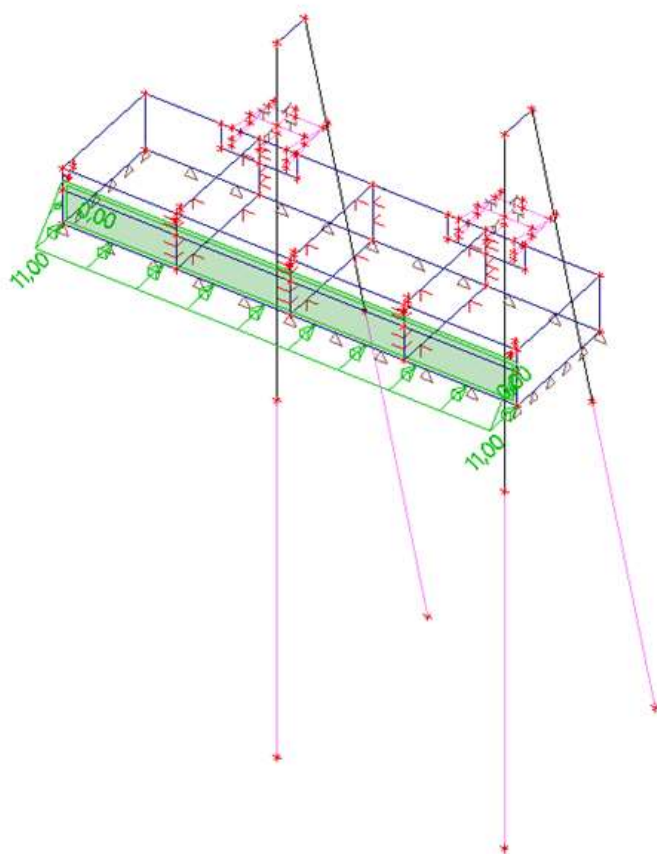








Figura 21. Modelo computacional – Exemplo de aplicação de carga – Empuxo.

Casos de carregamento

Nome	Descrição	Tipo de ação	Grupo de carga	Tipo de carga	Direção	Duração
PP	Peso próprio	Permanente	LG1	Peso próprio	-Z	
EMPUXO	Empuxo água	Variável	EMPUXO	Estática		Curto
RETR	Retração	Permanente	LG1	Padrão		
TEMP+	Temperatura+	Variável	TEMPERATURA	Estática		Curto
TEMP-	Temperatura-	Variável	TEMPERATURA	Estática		Curto
SC1	Sobrecarga	Variável	SC	Estática		Curto
SC2	Sobrecarga	Variável	SC	Estática		Curto
SC3	Sobrecarga	Variável	SC	Estática		Curto
SC4	Sobrecarga	Variável	SC	Estática		Curto
SC5	Sobrecarga	Variável	SC	Estática		Curto
SC6	Sobrecarga	Variável	SC	Estática		Curto

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 59/72



SC7	Sobrecarga	Variável	SC	Estática	Curto
SC8	Sobrecarga	Variável	SC	Estática	Curto
SC9	Sobrecarga	Variável	SC	Estática	Curto
SC10	Sobrecarga	Variável	SC	Estática	Curto
SC11	Sobrecarga	Variável	SC	Estática	Curto
SC12	Sobrecarga	Variável	SC	Estática	Curto
SC13	Sobrecarga	Variável	SC	Estática	Curto
DEF1	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF2	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF3	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF4	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF5	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF6	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF7	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF8	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF9	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF10	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF11	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF12	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF13	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF14	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
DEF15	Defensa	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB1	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB2	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB3	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB4	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB5	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB6	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB7	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB8	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB9	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB10	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB11	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB12	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB13	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB14	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB15	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB16	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB17	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB18	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 60/72

CAB19	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB20	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB21	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB22	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB23	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB24	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
CAB25	Cabeço	Variável	CAB+DEF	Estática	Curto
ONDA1	Onda	Variável	ONDA	Estática	Curto
ONDA2	Onda	Variável	ONDA	Estática	Curto
ONDA3	Onda	Variável	ONDA	Estática	Curto
ONDA4	Onda	Variável	ONDA	Estática	Curto
VENTO1	Vento	Variável	VENTO	Estática	Curto
VENTO2	Vento	Variável	VENTO	Estática	Curto
VENTO3	Vento	Variável	VENTO	Estática	Curto
VENTO4	Vento	Variável	VENTO	Estática	Curto
CORR1	Corrente	Variável	CORRENTE	Estática	Curto
CORR2	Corrente	Variável	CORRENTE	Estática	Curto
CORR3	Corrente	Variável	CORRENTE	Estática	Curto
CORR4	Corrente	Variável	CORRENTE	Estática	Curto
Vert.Horiz.Rol.1	Carga vertical no rolete	Variável	Vert. Rolete	Estática	Curto
Vert.Horiz.Rol.2	Carga vertical no rolete	Variável	Vert. Rolete	Estática	Curto

Grupos de carga

Nome	Carregar	Relação	Tipo
LG1	Permanente		
SC	Variável	Exclusivo	Edifícios - Comerciais
CAB+DEF	Variável	Exclusivo	Edifícios - Comerciais
ONDA	Variável	Exclusivo	Edifícios - Comerciais
VENTO	Variável	Exclusivo	Vento
CORRENTE	Variável	Exclusivo	Edifícios - Comerciais
EMPUXO	Variável	Exclusivo	Edifícios - Comerciais
TEMPERATURA	Variável	Exclusivo	Temperatura
Vert. Rolete	Variável	Exclusivo	Edifícios - Comerciais

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 61/72

10.6. RESULTADOS

Reações

Cálculo linear
 Combinação: CT
 Sistema: Global
 Extremo: Global
 Seleção: B1, B2, B27, B29




Nome	Caso	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	ex [mm]	ey [mm]
Sb11/B1	CT/1	-32,27	28,99	0	0	0	0	-	-
Sb12/B2	CT/2	32,27	28,99	0	0	0	0	-	-
Sn4/N73	CT/3	9,88	-73,31	625,72	0	0	-2,02	0	0
Sb11/B1	CT/4	-25,42	35,58	0	0	0	0	-	-
Sn2/N23	CT/3	12,64	30,69	-461,39	0	0	-16,13	0	0
Sn1/N21	CT/1	16,34	-14,74	343,87	0	0	-19,4	0	0
Sn2/N23	CT/2	-16,34	-14,74	343,87	0	0	19,4	0	0

Nome	Chave de combinação
CT/1	PP + SC11 + DEF14 + ONDA2 + VENTO2 + CORR2 + EMPUXO + RETR + TEMP-
CT/2	PP + SC11 + DEF3 + ONDA1 + VENTO1 + CORR1 + EMPUXO + RETR + TEMP-
CT/3	PP + SC10 + DEF14 + ONDA3 + VENTO3 + CORR3 + EMPUXO + RETR + TEMP- + Vert.Horiz.Rol.1
CT/4	PP + SC10 + DEF14 + ONDA4 + VENTO4 + CORR4 + EMPUXO + RETR + TEMP- + Vert.Horiz.Rol.1

Força interna 1D

Cálculo linear
 Combinação: ELU-Norm (auto)
 Sistema de coordenadas: Principal
 Extremo 1D: Global
 Seleção: B1, B2, B27, B29

Nome	dx [m]	Caso	Seção Transversal	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B29	7,000+	ELU-Norm (auto)/1	CS1 - LCHS610/12.7	-936,92	-22,76	-88,13	-2,94	355,69	242,17
B2	9	ELU-Norm (auto)/2	CS1 - LCHS610/12.7	734,31	-134,63	34,67	-24,29	-210,7	159,12
B1	7,000+	ELU-Norm (auto)/3	CS1 - LCHS610/12.7	720,17	-137,98	-34,84	24,41	281,43	433,81
B1	3,000+	ELU-Norm (auto)/3	CS1 - LCHS610/12.7	712,83	121,57	66,36	24,41	114,79	246,3
B27	7,000+	ELU-Norm (auto)/3	CS1 - LCHS610/12.7	-908,14	22,89	-91,45	2,96	361,6	-243,6
B29	0	ELU-Norm (auto)/1	CS1 - LCHS610/12.7	-904,19	14,86	116,86	-2,94	0	0,74
B2	7,000+	ELU-Norm (auto)/4	CS1 - LCHS610/12.7	-482,25	64,9	-42,76	27,58	330,1	-207,59
B1	6,000-	ELU-Norm (auto)/5	CS1 - LCHS610/12.7	-484,81	-15,01	-44,23	-27,57	-330,89	-235,4
B27	6,000+	ELU-Norm (auto)/3	CS1 - LCHS610/12.7	-897,01	-5,62	-39,38	2,96	401,2	-237,98
B29	7,000+	ELU-Norm (auto)/4	CS1 - LCHS610/12.7	310,21	29,31	52,97	2,68	-181,58	-287,29
B1	6,000+	ELU-Norm (auto)/3	CS1 - LCHS610/12.7	718,33	-59,81	0,48	24,41	280,95	493,62

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	FOLHA: 62/72

Nome	Chave de combinação
ELU-Norm (auto)/1	1.40*PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/2	PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + 1.05*EMPUXO + RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/3	PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + RETR + 0.72*TEMP+
ELU-Norm (auto)/4	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA1 + 0.90*VENTO1 + 1.05*CORR1 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-
ELU-Norm (auto)/5	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA2 + 0.90*VENTO2 + 1.05*CORR2 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-

Cálculo linear

Combinação: ELU-Norm (auto)

Sistema de coordenadas: Principal

Extremo 1D: Global

Seleção: B45, B46, B47, B48

Nome	dx [m]	Caso	Seção Transversal	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B46	0	ELU-Norm (auto)/1	CS7 - Círculo (584)	-930,6	-22,76	-88,55	-2,94	140,95	186,85
B48	9	ELU-Norm (auto)/2	CS7 - Círculo (584)	793,68	307,51	-22,78	-24,29	-18,17	-69,42
B47	6,720+	ELU-Norm (auto)/3	CS7 - Círculo (584)	-337,66	-339,85	24,6	-17,24	15,81	319,65
B48	6,920+	ELU-Norm (auto)/1	CS7 - Círculo (584)	762,54	308,84	-22,76	-24,27	29,18	-702,21
B45	9	ELU-Norm (auto)/4	CS7 - Círculo (584)	-838,81	22,87	-106,13	2,96	-732,14	18,07
B45	0	ELU-Norm (auto)/5	CS7 - Círculo (584)	347,09	-23,04	57,61	-2,98	-58,95	189,15
B47	6,920+	ELU-Norm (auto)/6	CS7 - Círculo (584)	-413,14	-126,63	-25,41	-27,57	33,17	330,89
B48	0	ELU-Norm (auto)/7	CS7 - Círculo (584)	-477,11	64,9	-41,84	27,58	245,49	-77,8
B45	9	ELU-Norm (auto)/8	CS7 - Círculo (584)	-845,47	22,89	-103,11	2,96	-732,14	18,09
B45	9	ELU-Norm (auto)/5	CS7 - Círculo (584)	426,78	-23,04	34,84	-2,98	353,05	-18,2
B47	6,720-	ELU-Norm (auto)/8	CS7 - Círculo (584)	768,01	-134,29	-34,84	24,41	-22,39	-751,94
B47	6,720-	ELU-Norm (auto)/5	CS7 - Círculo (584)	-443,68	72,56	35,06	-24,57	22,53	412,13

Nome	Chave de combinação
ELU-Norm (auto)/1	1.40*PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/2	PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + 1.05*EMPUXO + RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/3	1.40*PP + 1.05*SC10 + 1.05*DEF14 + 1.05*ONDA4 + 0.90*VENTO4 + 1.05*CORR4 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP- + 1.50*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/4	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + 1.40*RETR + 0.72*TEMP+
ELU-Norm (auto)/5	1.40*PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA4 + 0.90*VENTO4 + 1.05*CORR4 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/6	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA2 + 0.90*VENTO2 + 1.05*CORR2 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-
ELU-Norm (auto)/7	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA1 + 0.90*VENTO1 + 1.05*CORR1 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-
ELU-Norm (auto)/8	PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + RETR + 0.72*TEMP+




Cálculo linear

Combinação: ELU-Norm (auto)

Sistema de coordenadas: Principal

Extremo 1D: Global

Seleção: B28, B30

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4 FOLHA: 63/72

Nome	dx [m]	Caso	Seção Transversal	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B30	0	ELU-Norm (auto)/1	CS6 - Retângulo (700; 700)	-308,84	-22,76	-781,68	-18,16	59,83	24,27
B30	0	ELU-Norm (auto)/2	CS6 - Retângulo (700; 700)	141,06	22,91	420,89	18,27	-63,72	-24,42
B28	0	ELU-Norm (auto)/3	CS6 - Retângulo (700; 700)	126,63	-25,41	393,99	-19,69	-67,5	27,57
B30	1	ELU-Norm (auto)/4	CS6 - Retângulo (700; 700)	-307,51	-22,78	-805,7	-18,17	-730,27	1,51
B30	0	ELU-Norm (auto)/5	CS6 - Retângulo (700; 700)	139,73	22,93	432,89	18,29	-73,3	-24,44
B28	0	ELU-Norm (auto)/6	CS6 - Retângulo (700; 700)	124,9	-24,45	389,36	-20,09	-67,05	25,59
B30	0	ELU-Norm (auto)/7	CS6 - Retângulo (700; 700)	124,9	24,45	389,36	20,09	-67,05	-25,59
B28	1	ELU-Norm (auto)/8	CS6 - Retângulo (700; 700)	-305,08	22,89	-795,22	18,26	-732,14	-1,52
B28	1	ELU-Norm (auto)/9	CS6 - Retângulo (700; 700)	137,31	-23,04	405,59	-18,38	353,05	1,53
B30	0	ELU-Norm (auto)/10	CS6 - Retângulo (700; 700)	126,63	25,41	393,99	19,69	-67,5	-27,58

Nome	Chave de combinação
ELU-Norm (auto)/1	1.40*PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/2	PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA4 + 0.90*VENTO4 + 1.05*CORR4 + RETR + 0.72*TEMP+
ELU-Norm (auto)/3	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA2 + 0.90*VENTO2 + 1.05*CORR2 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-
ELU-Norm (auto)/4	PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + 1.05*EMPUXO + RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/5	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA4 + 0.90*VENTO4 + 1.05*CORR4 + 1.40*RETR + 0.72*TEMP+
ELU-Norm (auto)/6	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA2 + 0.90*VENTO2 + 1.05*CORR1 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-
ELU-Norm (auto)/7	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA1 + 0.90*VENTO1 + 1.05*CORR2 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-
ELU-Norm (auto)/8	PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA3 + 0.90*VENTO3 + 1.05*CORR3 + RETR + 0.72*TEMP+
ELU-Norm (auto)/9	1.40*PP + 1.05*SC10 + 1.50*DEF14 + 1.05*ONDA4 + 0.90*VENTO4 + 1.05*CORR4 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP- + 1.05*Vert.Horiz.Rol.1
ELU-Norm (auto)/10	1.40*PP + 1.05*SC11 + 1.50*DEF3 + 1.05*ONDA1 + 0.90*VENTO1 + 1.05*CORR1 + 1.05*EMPUXO + 1.40*RETR + 0.72*TEMP-

11. DIMENSIONAMENTO




11.1. ESTIMATIVA DO COMPRIMENTO DAS ESTACAS

Para verificação do comprimento das estacas comprimidas foi considerada uma resistência de atrito lateral interna equivalente a 50% da resistência externa; já para as estacas tracionadas, considerou-se apenas o atrito lateral externo em 70%. Foi considerada a máxima carga de trabalho dentre as estacas e utilizado um fator de segurança igual a 2,0.

Para o dimensionamento foram utilizadas as sondagens SP-001 e SP-002, levantadas em março de 2023, desconsiderando a contribuição da camada superior do solo até a cota do leito marinho de projeto de -6,00 m (IBGE). Para fins de dimensionamento, adotou-se a sondagem que resultou no maior comprimento das estacas.

Segue a síntese das características adotadas no dimensionamento do comprimento das estacas:

- Cota do leito marinho:

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 64/72	

- Píer: -6,00 m (IBGE);
- Estaca tubular metálica
 - Píer: diâmetro externo 609,6 mm e 12,7 mm de espessura;
- Aço da estaca: ASTM A572 Gr. 50;
- Cargas máximas de trabalho adotadas:
 - Píer:
 - Compressão: 650 kN;
 - Tração: 500 kN;
- Resistência lateral:
 - Compressão: 50% interno e 100% externo;
 - Tração: 0% interno e 70% externo;
- Coeficientes de segurança adotados:
 - Compressão: FS=2,0;
 - Tração: FS=2,0.

Nas figuras abaixo são apresentados os resumos das sondagens SP-001 e SP-002 e as respectivas capacidades de carga do solo calculadas pelo Método Aoki-Velloso.

Cota	Tipo de Solo	N spt
-6,0 <-> -7,0	Areia	16
-7,0 <-> -8,0	Areia	19
-8,0 <-> -9,0	Areia	24
-9,0 <-> -10,0	Areia	25
-10,0 <-> -11,0	Areia	27
-11,0 <-> -12,0	Areia	29
-12,0 <-> -13,0	Areia	33
-13,0 <-> -14,0	Areia	30
-14,0 <-> -15,0	Areia	34
-15,0 <-> -16,0	Areia	37
-16,0 <-> -17,0	Areia	40
-17,0 <-> -18,0	Areia	39
-18,0 <-> -19,0	Areia	48
-19,0 <-> -20,0	Areia	50




 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 65/72	



Figura 22. Sondagem SP-001 (Fonte: documento [9]).

Aoki Velloso (1975)												
F1 1,75			F2 3,50			FS (comp) 2,0			FS (tração) 2,0			
150%	Res. Lateral (Compressão)		100%	Resistência de ponta				70%	Resistência lateral (Tração)			
8,0			m	Profundidade da estaca								
17,5			m	Comprimento Estaca								
Prof. (m)	Klat (Mpa)	Kponta(Mpa)	α (%)	Lateral comp (kN)	Σ Lat. comp (kN)	Lateral tração (kN)	Σ Lat. (tração)	Ponta	Total comp (kN)	Padm comp (kN)	Total tração (kN)	Padm tração (kN)
1,0	1,0	1,0	1,4	183,9	183,9	85,8	85,8	217,7	401,6	200,8	85,8	42,9
2,0	1,0	1,0	1,4	218,3	402,2	101,9	187,7	258,6	660,7	330,4	187,7	93,8
3,0	1,0	1,0	1,4	275,8	678,0	128,7	316,4	326,6	1004,6	502,3	316,4	158,2
4,0	1,0	1,0	1,4	287,3	965,2	134,1	450,4	340,2	1305,4	652,7	450,4	225,2
5,0	1,0	1,0	1,4	310,2	1275,5	144,8	595,2	367,4	1642,9	821,5	595,2	297,6
6,0	1,0	1,0	1,4	333,2	1608,7	155,5	750,7	394,7	2003,3	1001,7	750,7	375,4
7,0	1,0	1,0	1,4	379,2	1987,9	177,0	927,7	449,1	2437,0	1218,5	927,7	463,8
8,0	1,0	1,0	1,4	344,7	2332,6	160,9	1088,6	408,3	2740,9	1370,4	1088,6	544,3

Figura 23. Capacidade do solo – Píer – Sondagem SP-001 (Fonte: documento [9]).

Cota	Tipo de Solo	N spt
-6,0 <-> -7,0	Areia	22
-7,0 <-> -8,0	Areia	19
-8,0 <-> -9,0	Areia	24
-9,0 <-> -10,0	Areia	26
-10,0 <-> -11,0	Areia	27
-11,0 <-> -12,0	Areia	29
-12,0 <-> -13,0	Areia	33
-13,0 <-> -14,0	Areia	32
-14,0 <-> -15,0	Areia	39
-15,0 <-> -16,0	Areia	38
-16,0 <-> -17,0	Areia	39
-17,0 <-> -18,0	Areia	44
-18,0 <-> -19,0	Areia	47
-19,0 <-> -20,0	Areia	50
-20,0 <-> -21,0	Areia	50

Figura 24. Sondagem SP-002 (Fonte: documento [9]).

	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO		REV: 4
		FOLHA: 66/72

Aoki Velloso (1975)												
F1 1,75			F2 3,50			FS (comp) 2,0			FS (tração) 2,0			
150%	Res. Lateral (Compressão)		100%	Resistência de ponta		70%	Resistência lateral (Tração)					
	8,0	m		Profundidade da estaca								
	17,5	m		Comprimento Estaca								
Prof. (m)	Klat (Mpa)	Kponta (Mpa)	α (%)	Lateral comp (kN)	Σ Lat. comp (kN)	Lateral tração (kN)	Σ Lat. (tração)	Ponta	Total comp (kN)	Padm comp (kN)	Total tração (kN)	Padm tração (kN)
1,0	1,0	1,0	1,4	252,8	252,8	118,0	118,0	299,4	552,2	276,1	118,0	59,0
2,0	1,0	1,0	1,4	218,3	471,1	101,9	219,9	258,6	729,7	364,8	219,9	109,9
3,0	1,0	1,0	1,4	275,8	746,9	128,7	348,6	326,6	1073,5	536,8	348,6	174,3
4,0	1,0	1,0	1,4	298,8	1045,7	139,4	488,0	353,8	1399,5	699,7	488,0	244,0
5,0	1,0	1,0	1,4	310,2	1355,9	144,8	632,8	367,4	1723,3	861,7	632,8	316,4
6,0	1,0	1,0	1,4	333,2	1689,1	155,5	788,3	394,7	2083,8	1041,9	788,3	394,1
7,0	1,0	1,0	1,4	379,2	2068,3	177,0	965,2	449,1	2517,4	1258,7	965,2	482,6
8,0	1,0	1,0	1,4	367,7	2436,0	171,6	1136,8	435,5	2871,5	1435,8	1136,8	568,4

Figura 25. Capacidade do solo – Pier – Sondagem SP-002 (Fonte: documento [9]).

Estão destacadas as camadas que apresentaram SPT superior a 50, cujo valor foi limitado para adequada aplicação do método de cálculo da capacidade de carga do solo.

Destaca-se que o executor deve realizar um estudo de cravabilidade, conforme martelo disponível, e as estacas devem ser cravadas até alcançar a nega.

11.2. DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS

Para todas as estacas, foram verificadas as concomitâncias de esforços para cada combinação em Estado Limite Último (ELU) que resultariam nos esforços máximos e, consequentemente, no esforço de dimensionamento.

O plugue de concreto e as estacas metálicas foram verificadas pelas formulações presentes na NBR 6118 e NBR 8800, respectivamente.

11.2.1. PLUGUE DE CONCRETO ARMADO

Os esforços de cálculo extraídos do modelo computacional que originaram o caso crítico no dimensionamento da região de plugue de concreto no topo das estacas foram obtidos na maré mínima e são apresentados na Tabela 7.




 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 67/72	

Tabela 7. Esforços máximos no plugue de concreto.

Caso	Pier
Força axial – (compressão -) (kN)	570
Momento fletor solicitante de cálculo (kNm)	875

Para esta verificação foi desprezada a participação da camisa metálica, considerando apenas a seção de concreto com as armaduras de ligação das estacas com a superestrutura.

Dados de entrada para o dimensionamento da região de concreto do pier:

- Diâmetro da estaca de concreto: $D = 58,4$ cm;
- Distância da borda ao CG das barras: $d' = 8$ cm;
- Resistência do concreto: $f_{ck} = 20$ MPa;
- Resistência das barras de aço CA-50: $f_y = 500$ MPa;
- Taxa de armadura: 6,00% (20Ø32).

Na figura abaixo é possível observar um exemplo de diagrama de interação referente a uma das verificações realizadas.

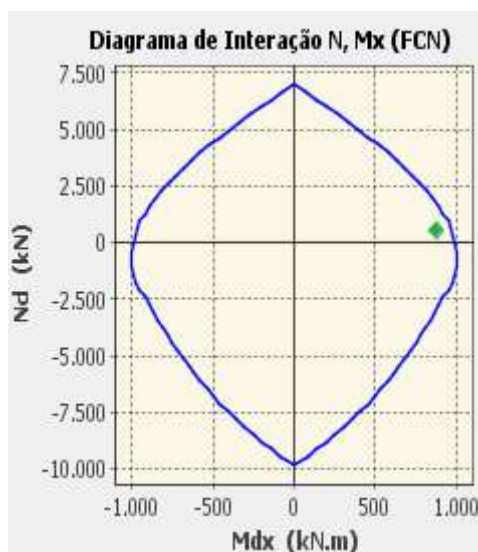





Figura 26. Diagrama de interação entre momento e normal na estaca mais solicitada – Plugue de concreto – Pier.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 68/72	

Como a combinação mais desfavorável apresentou fator de segurança 1.10, superior a 1, conclui-se que a taxa de armadura adotada está adequada.

11.2.2. ESTACA METÁLICA

Os esforços de cálculo para as estacas metálicas que resultaram no maior *Ratio* – resultado para a razão entre os esforços atuantes e a resistência das estacas – foram retirados do modelo computacional, obtidos na situação de maré mínima, e são apresentados na Tabela 7.




Tabela 8. Esforços máximos do trecho metálico.

Caso	Pier
Força axial (compressão -) (kN)	718
Momento fletor solicitante de cálculo em relação ao eixo x (kNm)	281
Momento fletor solicitante de cálculo em relação ao eixo y (kNm)	524
Força cortante solicitante de cálculo (resultante das duas direções) (kN)	60
Torção solicitante de cálculo (kNm)	-24

Dados de entrada para o trecho metálico do píer:

- Diâmetro: $D = 609,6 \text{ mm}$;
- Espessura: $t = 12,7 - 2,25 = 10,45 \text{ mm}$ (redução de 2,25 mm devido a corrosão na região abaixo do plugue de concreto);
- Distância do topo da estaca até a região de engastamento fictício: $L = 13 \text{ m}$;
- $L_e = L \times K = 13 \text{ m} \times 0,8 = 10,4 \text{ m}$;
- Resistência ao escoamento do aço: $f_y = 345 \text{ Mpa}$;
- Módulo de elasticidade: $E = 200 \text{ GPa}$.




Abaixo segue rotina de cálculo referente aos esforços resistentes de cálculo, considerando os esforços de tração que geraram a solicitação máxima na seção.

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 69/72	

Geometria			
A_g	196,70 cm ²	Área da seção bruta	$A_g := \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot (D - 2 \cdot t)^2}{4}$
I	88290,70 cm ⁴	Momento de Inércia da Seção	$I := \frac{\pi \cdot D^4}{64} - \frac{\pi \cdot (D - 2 \cdot t)^4}{64}$
Z	3751,73 cm ³	Módulo Plástico da Seção	$Z := \frac{D^3}{6} \cdot \left[1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{t}{D} \right)^3 \right]$
W	2896,68 cm ³	Módulo Elástico da Seção	$W := \frac{I}{\frac{D}{2}}$

Determinação da força axial de tração resistente de cálculo		
$N_{t,Rd}$	6169,19 kN	$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$

Determinação da força axial de compressão resistente de cálculo		
D/t	58,33	
E/f_y	579,71	
Q	1,00	
N_e	16113,06 kN	$N_e := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_e^2}$
λ_0	0,65	$\lambda_0 := \sqrt{\frac{Q \cdot A_g \cdot f_y}{N_e}}$
χ	0,84	$\chi := \begin{cases} 0.658 \lambda_0^2 & \text{if } \lambda_0 \leq 1.50 \\ \frac{0.877}{\lambda_0^2} & \text{if } \lambda_0 > 1.50 \end{cases}$
N_{crd}	5172,17 kN	$N_{crd} := \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot f_y}{1.1}$

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 70/72	

Determinação do momento fletor resistente de cálculo




λ	58,33	$\lambda := \frac{D}{t}$	$M_{rd} := \begin{cases} \frac{Z \cdot f_y}{1.1} & \text{if } \lambda \leq \lambda_p \\ \left(\frac{0.021 \cdot E}{\frac{D}{t}} + f_y \right) \cdot \frac{W}{1.1} & \text{if } \lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \\ \frac{0.33 \cdot E}{\frac{D}{t}} \cdot \frac{W}{1.1} & \text{otherwise} \end{cases}$
λ_p	40,58	$\lambda_p := 0.07 \cdot \frac{E}{f_y}$	
λ_r	179,71	$\lambda_r := 0.31 \cdot \frac{E}{f_y}$	
M_{rd}	1098,10 kN.m		

Determinação da força cortante resistente de cálculo

t_d	9,72 mm	$\tau_{cr} = \frac{0,78 E}{\left(\frac{D}{t_d} \right)^{3/2}} \leq 0,60 f_y$
τ_{cr}	207,00 MPa	
V_{Rd}	1850,76 kN	$V_{Rd} = \frac{0,5 \tau_{cr} A_g}{\gamma_{a1}}$

Determinação da torção resistente de cálculo

W_T	0,0059	$W_T = \frac{\pi(D-t)^2 t}{2}$
T_{Rd1}	1770,07 kN.m	$T_{Rd} = \frac{1}{\gamma_{a1}} \frac{1,23 W_T E}{\left(\frac{D}{t} \right)^{5/4} \sqrt{\frac{L}{D}}} \leq \frac{0,60 W_T f_y}{\gamma_{a1}}$
T_{Rd2}	1442,79 kN.m	$T_{Rd} = \frac{1}{\gamma_{a1}} \frac{0,60 W_T E}{\left(\frac{D}{t} \right)^{3/2}} \leq \frac{0,60 W_T f_y}{\gamma_{a1}}$
aux	1108,88 kN.m	$\frac{0,60 W_T f_y}{\gamma_{a1}}$
T_{Rd}	1108,88 kN.m	

 Prefeitura de Joinville	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 71/72	

Consideração ou não da torção nos esforços combinados

$T_{Sd}/T_{Rd} =$
-0,02
 $< 0,2$
 Torção pode ser desconsiderada

Verificação da ação simultânea de força normal e momento fletor

Ro,1 0,83 - para $\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \geq 0,2$ - para $\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} < 0,2$
 Caso b

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1,0 \quad \frac{N_{Sd}}{2 N_{Rd}} + \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1,0$$




Verificação da força cortante

Ro,2 0,05

Resumo dos resultados		
Tipo de verificação	Sd/Rd	Status
Força normal	0,085	OK
Momento X-X	0,224	OK
Momento Y-Y	0,565	OK
Torção	-0,020	OK
Força normal e momento fletor combinados	0,833	OK
Força cortante resultante	0,048	OK

11.3. DIMENSIONAMENTO DA VIGA SOBRE ESTACAS - PÍER

O dimensionamento estrutural é realizado em ELU para a fase final da estrutura. A seguir são apresentados os roteiros de cálculo.

 <div>Prefeitura de Joinville</div>	NÚMERO INFRAS: IFS-2307-310-C-MC-30001	 
	NÚMERO CLIENTE: --	
PROJETO EXECUTIVO PIER PARA PEQUENAS EMBARCAÇÕES ESPINHEIROS – JOINVILLE – AMUNESC MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	REV: 4	
	FOLHA: 72/72	

Materiais		
fck =	40	MPa
Eci =	35418	MPa
fy =	500	MPa
Es =	210	GPa

Dimensões		
bw =	70	cm
h =	70	cm
bf _{sup} =	-	cm
hf _{sup} =	-	cm
d'(inf.) =	7,5	cm
d"(sup.) =	7,5	cm

Esforços e área de aço calculada					
M+ =	355	kNm	→	As _{calc} =	13,43 cm ²
M- =	735	kNm	→	As _{calc} =	28,74 cm ²
T =	25	kNm	→	As _{l/total} =	2 cm ²
			→	As _{wface} =	1,04 cm ² /m
V =	810	kN	→	As _{wcalc} =	14,29 cm ² /m
N _(tração) =	145	kN	→	As _{calc} =	3,34 cm ²

Armadura adotada	
Longitudinal inferior	10Ø16
Longitudinal superior	12Ø20
Estribos	Ø10 c/10 - 2 ramos
Armadura de pele	4Ø16