



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA NAVAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL

LUCCA SOARES DO VALLE MIRANDA

**ESTUDO PILOTO PARA ELABORAÇÃO DE MÉTODO ALTERNATIVO DE
VERIFICAÇÃO DA ALTURA DO CENTRO DE GRAVIDADE EM UM TESTE DE
INCLINAÇÃO DE EMBARCAÇÕES**

BELÉM-PA

2018

LUCCA SOARES DO VALLE MIRANDA

**ESTUDO PILOTO PARA ELABORAÇÃO DE MÉTODO ALTERNATIVO DE
VERIFICAÇÃO DA ALTURA DO CENTRO DE GRAVIDADE EM UM TESTE DE
INCLINAÇÃO DE EMBARCAÇÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Naval, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Naval.

Área de Concentração: Análises de Processos e Sistemas Construtivos Navais.

Orientador: Prof. Dr. Hito Braga de Moraes.

BELÉM-PA

2018

LUCCA SOARES DO VALLE MIRANDA

**ESTUDO PILOTO PARA ELABORAÇÃO DE MÉTODO ALTERNATIVO DE
VERIFICAÇÃO DA ALTURA DO CENTRO DE GRAVIDADE EM UM TESTE DE
INCLINAÇÃO DE EMBARCAÇÕES**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, INSTITUTO DE TECNOLOGIA, FACULDADE DE ENGENHARIA NAVAL, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA NAVAL.

DATA DE AVALIAÇÃO: 10/10/2018

Examinado por:

Prof. Dr. Hito Braga de Moraes
Orientador

Prof. Dr. Newton Sure Soeiro
Membro da Banca Examinadora

Prof. Dr. Gustavo da Silva Vieira de Melo
Membro da Banca Examinadora

BELÉM-PA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo autor

MIRANDA, LUCCA S. V.

ESTUDO PILOTO PARA ELABORAÇÃO DE MÉTODO ALTERNATIVO DE VERIFICAÇÃO DA ALTURA DO CENTRO DE GRAVIDADE EM UM TESTE DE INCLINAÇÃO DE EMBARCAÇÕES /

LUCCA S. V. MIRANDA. — 2018

290 f. : il. Color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Naval (PPGENAV), Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

Orientação: Prof. Dr. HITO BRAGA DE MORAES

Coorientação: Prof. Dr. NEWTON SURE SOEIRO.

1. ÂNGULO DE INCLINAÇÃO. 2. PROVA DE INCLINAÇÃO. 3. KG. 4. ARQUITETURA NAVAL. 5. INCLINÔMETRO DIGITAL. I. BRAGA DE MORAES, HITO, *orient.* II. Título

CDD 623.81

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a Nossa Senhora de Nazaré por todo o conhecimento adquirido, ao longo deste mestrado, e pelas novas amizades. Ademais, agradeço, principalmente, pela força, luz e sabedoria concebidas a mim para vencer todos os obstáculos e prosseguir até o fim.

Agradeço à minha família, pois, sem eles jamais conseguiria chegar até o fim, especialmente ao meu pai, minha mãe, minha avó, minha madrinha e meus irmãos, pela compreensão, paciência, companheirismo e amor dedicados neste período; pelo apoio independente da minha decisão e por sempre me darem o suporte necessário para que eu pudesse avançar, além da enorme força e incentivo dados a mim.

Em especial, agradeço à minha mãe que foi a pessoa que mais me incentivou a iniciar no mestrado e esteve ao meu lado até o fim; e ao meu irmão Luiz, que mesmo distante, sempre me cobrou, me deu força e me auxiliou em todos os momentos, contribuindo de forma imensurável para a conclusão do trabalho, sem vocês eu não teria chegado ao fim.

Agradeço, ainda, à pessoa que, esteve ao meu lado na Graduação, esteve ao meu lado no Mestrado, e da mesma forma que a anterior, foi uma das pessoas que mais me estimulou e cobrou a finalização deste trabalho, estipulando metas e prazos. Obrigado Namir, pelo incentivo, amor, paciência, companheirismo, participação e força, sem a sua participação, eu não teria conseguido.

Gostaria de expressar meus agradecimentos a todo o corpo docente do curso de Mestrado em Engenharia Naval, em especial, aos Professores Said Mounsif, Hito Braga de Moraes, Newton Soeiro e Nélio Figueiredo, pelos conhecimentos transmitidos, pela prestatividade, pela amizade e pela contribuição na minha formação acadêmica e pessoal.

Agradeço, ainda, a todos os meus colegas de mestrado, principalmente, ao Breno Silva e ao Vitor Cardoso por estarem sempre ao meu lado e compartilharem comigo bons e maus momentos durante estes quase três longos anos.

Toda a gratidão,
Lucca Miranda.

RESUMO

O Estudo piloto para elaboração de método alternativo de verificação da altura do centro de gravidade em um teste de inclinação de embarcações foi idealizado por meio da constatação das principais dificuldades enfrentadas pelos engenheiros navais durante a execução da prova de inclinação. Dentre os principais problemas, constam o elevado tempo para execução da prova, métodos de medição invasivos e imprecisos, ausência de medição instantânea do ângulo de inclinação para verificação de conformidade do intervalo de validação do teste, dentre outros. Desta maneira, a utilização de um método mais prático, preciso e eficiente reduziria os erros incidentes no resultado do teste, bem como agilizaria o teste e tornaria os resultados mais confiáveis. Com base nesta problemática, realizou-se o estudo piloto para implementação de um novo método de medição do ângulo de inclinação, e logo, um método alternativo para determinação do KG, onde foi escolhido o inclinômetro digital. Para isso, foi realizado o levantamento bibliográfico com o apontamento das principais teorias envolvidas, bem como, a elaboração do planejamento estatístico, onde definiu-se o campo amostral para execução dos testes de inclinação utilizando os dois métodos de medição do ângulo de inclinação existentes (Pêndulo e Tubo “U”) e o novo método (inclinômetro digital), além do método estatístico para a análise dos resultados. Com a definição dos métodos (procedimentos) a serem seguidos, definidos conforme regulamentos e as normas em vigor, bem como, da determinação dos materiais a serem utilizados nos testes, as provas de inclinação foram realizadas em 31 embarcações. A partir dos resultados, foram realizadas as análises estatísticas dos resultados para verificação de conformidade dos métodos, além do cálculo estimativo de campo amostral para uma análise definitiva futura. Em seguida, analisaram-se os pontos qualitativos, com base em informações pessoais de profissionais ligados à área naval, podendo concluir acerca da praticidade dos métodos. Por fim, concluiu-se sobre a viabilidade técnica do novo método, com base na análise estatística (quantitativa) e na análise qualitativa realizadas no trabalho, assim sendo considerado viável tecnicamente.

PALAVRAS-CHAVE: PROVA DE INCLINAÇÃO, ÂNGULO DE INCLINAÇÃO, INCLINÔMETRO DIGITAL.

ABSTRACT

The pilot study for the elaboration of an alternative method for the verification of the height of the center of gravity in a ship's inclining test was conceived based on the realization of the main difficulties faced by the naval engineers during the execution of the inclining test. Among the main problems, are the timely cost necessary for the execution of the test, invasiveness and inaccuracy of the methods, lack of instantaneous measuring of the angle of inclination for the verification of conformity within the test's validation interval, etc. In this way, the utilization of a more practical, accurate and efficient method would reduce the occurring errors in the test's results, as well as optimize the test and make its results more reliable. Based on this problematic, a pilot study was realized to put forward the implementation of a new measuring method for the angle of inclination, and, thus, an alternative method for defining the "KG", using a digital inclinometer. To achieve this goal, a bibliographic review was realized, highlighting the main theories related to this topic, and the statistical analysis plan was drafted, defining, therefore, the sample size for the execution of inclining tests using the two existing methods for measuring the inclination angle (pendulum and U-tube) and the new method (digital inclinometer), as well as the statistical method to be used to analyse the results. After defining the methods to be implemented (according to the current norms and regulations), and determining the materials to be used in the tests, the inclining test was realized in 31 vessels. Based on the results of these tests, it was realized a statistical analysis to verify the degree of conformity between the methods, and to estimate the sample size necessary for a future definitive analysis. Next, the qualitative properties were examined based on personal information provided from professionals related to the area of naval engineering, enabling, therefore, to draw conclusions about the practicality of the methods. Finally, it was concluded, based on both the statistical analysis (quantitative) and on the qualitative analysis, that the alternative method (digital inclinometer) is indeed a viable alternative to be used in inclining tests.

KEY-WORDS: INCLINING TEST, ANGLE HEEL, DIGITAL INCLINOMETER.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delineamento do trabalho. Fonte: Autor (2017).	21
Figura 2. Embarcação com pequeno ângulo de inclinação transversal. Fonte: Tupper (2004).	26
Figura 3. Embarcação com pequeno ângulo de inclinação longitudinal. Fonte: Tupper (2004).	29
Figura 4. Curvas hidrostáticas. Fonte: Tupper (2004).	31
Figura 5. Movimentação de peso a bordo. Fonte: Diehl e Wilczynski (1994).	33
Figura 6. Configuração inicial da prova de inclinação. Fonte: Tupper (2004).	34
Figura 7. Embarcação com inclinação longitudinal (TRIM). Fonte: Biran (2003).	36
Figura 8. Esquema para cálculo dos calados e coeficientes. Fonte: Marinha do Brasil (2005).	38
Figura 9. Representação da subida virtual do KG, devido o efeito de superfície livre. Fonte: Tupper (2004).	44
Figura 10. Deslocamento do centro de gravidade do tanque com superfície livre. Fonte: Biran (2003).	45
Figura 11. Deslocamento do centro de gravidade do tanque sem superfície livre. Fonte: Biran (2003).	45
Figura 12. Seção transversal de um petroleiro com a subdivisão dos tanques. Fonte: Biran (2003).	46
Figura 13. Inclinômetro manual de nível, utilizando bolha de ar. Fonte: Level Developments (2017).	52
Figura 14. Representação do inclinômetro de oscilação, modelo pêndulo utilizado em embarcações. Fonte: Djebli et al. (2015).	52
Figura 15. Inclinômetro com sensores de giroscópio. Fonte: Level Developments (2017).	53
Figura 16. Inclinômetro digital com sensores eletrônicos. Fonte: Level Developments (2017).	54
Figura 17. Posicionamento dos equipamentos de medição do ângulo de inclinação. Fonte: Autor (2017).	73
Figura 18. Esquema de realização de prova. Fonte: Autor (2017).	76
Figura 19. Pêndulo fixado na embarcação para o teste de inclinação. Fonte: Autor (2018).	95
Figura 20. Prumo do pêndulo e a trena fixada no convés da embarcação durante o teste de inclinação. Fonte: Autor (2018).	95

Figura 21. Mangueira e trena fixados no bordo da embarcação para medir o desnível (método do tubo “U”). Fonte: Autor (2018).	96
Figura 22. Inclinômetro digital posicionado na embarcação medindo o ângulo de inclinação, durante o teste. Fonte: Autor (2018).	96
Figura 23. Estatística descritiva e teste de normalidade para a distribuição da diferença entre as medições realizadas pelos métodos do inclinômetro digital e pêndulo. Fonte: Autor (2018).	98
Figura 24. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e pêndulo. Fonte: Autor (2018).	99
Figura 25. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e pêndulo. Fonte: Autor (2018).	100
Figura 26. Estatística descritiva e teste de normalidade para a distribuição da diferença entre as medições realizadas pelos métodos do inclinômetro digital e Tubo “U”. Fonte: Autor (2018).	101
Figura 27. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e Tubo “U”. Fonte: Autor (2018).	102
Figura 28. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e Tubo “U”. Fonte: Autor (2018).	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais equipamentos e suas aplicações. Fonte: Autor (2017).....	72
Tabela 2. Especificações técnicas dos pêndulos, tubos “U” e inclinômetros. Fonte: Autor (2017).	75
Tabela 3. Dimensões principais das embarcações utilizadas nos testes de inclinação. Fonte: Autor (2017).	94
Tabela 4. Média das diferenças das medições de acordo com o tipo de embarcação. Fonte: Autor (2017).	104
Tabela 5. Média das diferenças das medições de acordo com o tipo de embarcação. Fonte: Autor (2017).	104

LISTA DE SÍMBOLOS

∇ = Volume de água deslocado.

Δ = Deslocamento da embarcação.

ρ = Densidade da água.

A_S = Área Submersa das Balizas.

LCB = Posição longitudinal do centro do volume deslocado ou do centro de carena.

L_t = Comprimento Total da embarcação.

x = Posição Longitudinal da baliza ou da seção transversal.

KB = Posição vertical do centro do volume deslocado ou do centro de carena.

A_{wl} = Área de flutuação no calado considerado.

Z = Calado ou Altura da linha d'água considerada.

P = Pontal da Embarcação.

A_{wl} = Área de flutuação na linha d'água.

B_{wl} = Boca da embarcação na linha de flutuação ou calado considerado.

LCF = Posição longitudinal do centro da área de flutuação.

MTC = Momento para trimar um centímetro.

L_{pp} = Comprimento entre perpendiculares da embarcação.

BML = Raio Metacêntrico Longitudinal.

BMT = Raio Metacêntrico Transversal.

M = Metacentro transversal.

GZ = Braço de Endireitamento.

GMT = Altura Metacêntrica Transversal.

GML = Altura Metacêntrica Longitudinal.

\emptyset = Ângulo de inclinação da embarcação.

W = Força peso.

KMT = Posição vertical do Metacentro Transversal.

KG = Posição vertical do centro de gravidade.

KML = Posição vertical do Metacentro Longitudinal.

I_T = Momento de Inércia transversal da linha d'água ou calado considerado.

I_L = Momento de Inércia longitudinal da linha d'água ou calado considerado.

t = Trim da embarcação.

d_p = Deflexão do Pêndulo.

L = comprimento do pêndulo.

w = Peso movimentado à bordo.

d = Distância de movimentação do peso.

TR = Calado de Ré nas marcas ou nos locais de medição das borda-livres.

TV = Calado de Vante nas marcas ou nos locais de medição das borda-livres.

LRV = Cota Longitudinal entre os locais de medição do calado à vante e à ré.

LR = Cota Longitudinal entre a perpendicular de ré e o local de medição do calado de ré.

LV = Cota Longitudinal entre a perpendicular de vante e o local de medição do calado de vante.

Θ = Ângulo de inclinação longitudinal da embarcação.

LM = Cota Longitudinal entre a meia-náu e o local de medição do calado de meio-navio.

dTPR = Fator de correção do calado à ré.

dTPM = Fator de correção do calado à meio-navio.

dTPV = Fator de correção do calado à vante.

HPR = Calado na Perpendicular de Ré.

HPV = Calado na Perpendicular de Vante.

HPM = Calado na Meia-Náu.

HC = Calado Correspondente.

H_{Corr} = Calado Corrigido.

M_T = Momento de Trim.

B_T = Braço de Trim.

LCG = Posição Longitudinal do Centro de Gravidade da embarcação.

y = Largura do Tanque.

φ = Ângulo de inclinação da cunha.

I_1 = Segundo Momento de Área do líquido ou da Superfície Livre.

ρ_f = Densidade do Líquido do tanque.

M_{SL} = Momento devido ao efeito de superfície livre.

I = Momento de Inércia do Tanque.

B = Cota longitudinal ou comprimento do Tanque.

H = Cota Transversal ou largura do tanque.

P = Peso Total a ser deslocado.

p = Peso inclinante unitário.

θ_u = Ângulo de inclinação resultante obtido pelo método tubo "U".

θ_p = Ângulo de inclinação resultante obtido pelo método pêndulo.

θ_i = Ângulo de inclinação resultante obtido pelo método inclinômetro digital.

IC = Intervalo de confiança;

μ = Média da distribuição das diferenças entre os valores medidos por cada método;

Dp = Desvio padrão da distribuição das diferenças entre os valores medidos por cada método.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	15
1.2 RELEVÂNCIA DO TEMA.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	18
1.4 OBJETIVOS GERAIS.....	19
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.6 DELINEAMENTO DO TRABALHO.....	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 ESTABILIDADE INICIAL.....	22
2.1.1 Flutuabilidade e Equilíbrio	22
2.1.2 Deslocamento, Volume Deslocado e Centro de Gravidade.....	23
2.1.3 Propriedades Hidrostáticas.....	23
2.1.4 Estabilidade em Pequenos Ângulos.....	26
2.2 TEORIA E ASPECTOS GERAIS DA PROVA DE INCLINAÇÃO.....	31
2.2.1 Princípios Básicos e Cálculo da Altura Metacêntrica.....	32
2.2.2 Trim, Deslocamento e Calados.....	36
2.2.2.1 Determinação do Calado Correspondente.....	37
2.2.2.2 Determinação das Propriedades Hidrostáticas a partir dos Calados....	40
2.2.2.3 Determinação dos Calados a partir do Deslocamento e Posição Longitudinal do Centro de Gravidade.....	40
2.2.3 Teoria e Cálculo do Efeito de Superfície Livre.....	42
2.2.4 Cálculo da Posição Longitudinal do Centro de Gravidade.....	46
2.3 ASPECTOS NORMATIVOS.....	47
2.3.1 Incidência das Normas Brasileiras – NORMAM/DPC.....	47
2.3.2 Aplicação de Regulamentos Internacionais.....	48
2.3.3 Abordagem das Regras de Sociedades Classificadoras.....	50
2.4 INCLINÔMETRO – CONCEITOS GERAIS.....	51
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
3.1 MÉTODO ALTERNATIVO PARA CÁLCULO DO KG.....	56
3.2 MODELO DE RELATÓRIO DO TESTE DE INCLINAÇÃO.....	57
3.2.1 Considerações Gerais.....	57

3.2.2	Detalhamento do Relatório da Prova de Inclinação.....	58
3.3	PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DO TESTE DE INCLINAÇÃO.....	69
3.3.1	Preparação da Prova.....	69
3.3.2	Cálculo da Estimativa do Peso Inclinante.....	70
3.3.3	Determinação do Tipo e Marcação dos Pesos Inclinantes.....	71
3.3.4	Instrumentação.....	71
3.3.5	Elaboração do Esquema de Realização da Prova.....	75
3.3.6	Medição dos Calados e Densidades.....	76
3.3.7	Sondagem dos Tanques.....	78
3.3.8	Verificação dos Itens à Deduzir e à Acrescentar.....	79
3.3.9	Movimentação dos Pesos Inclinantes.....	79
3.3.10	Anotação e Validação dos Resultados.....	80
4	VISÃO OPERACIONAL.....	81
4.1	VISÃO DE ENGENHEIROS ATUANTES.....	81
4.2	VISÃO DAS SOCIEDADES CLASSIFICADORAS.....	84
4.3	VISÃO DA MARINHA DO BRASIL.....	86
5	PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	88
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	93
6.1	RESULTADOS DOS TESTES DE INCLINAÇÃO.....	93
6.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	97
6.2.1	Inclinômetro Digital e Pêndulo.....	98
6.2.2	Inclinômetro Digital e Tubo “U”.....	101
6.3	ANÁLISE QUALITATIVA DOS RESULTADOS.....	104
6.4	AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO NOVO PROCEDIMENTO.....	108
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
	APÊNDICES.....	116

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O teste de inclinação é essencial para a verificação de conformidade entre projeto e obra (navio construído). Ao final do período de construção, é executado o experimento na embarcação para determinar o peso leve e as coordenadas longitudinal e vertical do centro de gravidade da embarcação na condição leve, substituindo os resultados obtidos na estimativa de pesos e centros. Ademais, realiza-se o referido teste em navios que sofreram grandes alterações ou foram submetidos a uma reconstrução. Ressalta-se ainda, que em toda a embarcação de passageiros ou carga é exigido o teste de inclinação (LEWIS ET AL., 1988).

Woodward et al. (2016) consideram a execução do teste de inclinação para embarcações novas ou para navios que sofreram grandes alterações (reconstruções). O objetivo principal do teste é estabelecer a distância do centro vertical de massa da embarcação acima da quilha, ou seja, o KG da embarcação na condição leve, sendo esta propriedade de suma importância para a avaliação da estabilidade estática e dinâmica da embarcação por toda a sua vida útil. Desta maneira, é absolutamente necessária a definição do KG de forma exata, contendo a menor concentração de erro possível, visando à segurança da navegação e salvaguarda da vida humana no mar.

Para Diehl e Wilczynski (1995), a localização do centro de gravidade vertical da embarcação (KG) é uma propriedade importante para avaliar a estabilidade inicial do navio. Tradicionalmente, essa medida é obtida a partir da determinação da altura metacêntrica transversal (GMt) utilizando os resultados coletados no teste de inclinação. Esta aproximação é válida apenas para pequenos ângulos de inclinação do casco, onde o Metacentro permanece estacionário.

Tupper (2004) estabelece que a posição do centro de gravidade é de grande importância para a embarcação, e, portanto, deve ser determinada com precisão. Inicialmente, pode-se definir a posição do centro de gravidade e do deslocamento da embarcação na condição leve via somatória dos pesos e dos momentos de cada item da embarcação, como aço, acabamento, maquinária, dentre outros. Todavia, a imprecisão e a dificuldade deste método é bastante elevada. Com isso, utiliza-se o teste de inclinação para determinar a posição vertical e longitudinal do centro de gravidade.

A partir do experimento e com a definição do peso leve e da posição longitudinal e vertical do centro de gravidade da embarcação, viabiliza-se a execução do estudo de

estabilidade definitivo do navio (LEWIS ET AL., 1988). Assim, pode-se observar que o teste de inclinação é imprescindível à certificação de conformidade da embarcação construída, uma vez que é peça chave para a verificação da Estabilidade do navio. Desta forma, torna-se vital que a prova seja realizada dentro dos parâmetros determinados e respeitando as limitações impostas.

Simultaneamente ao projeto, a legislação vigente da Autoridade Marítima Brasileira, na forma das **NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA EMBARCAÇÕES EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO INTERIOR (NORMAM 02/DPC)**, estipula uma lista de documentos obrigatórios para a emissão dos certificados da embarcação para a navegação, dentre eles, o Relatório da Prova de Inclinação.

1.2 RELEVÂNCIA DO TEMA

Como abordado anteriormente, a prova de inclinação é de suma importância para a verificação de conformidade entre obra (navio construído) e projeto, bem como, obter os resultados de deslocamento leve da embarcação e a coordenadas vertical e longitudinal do centro de gravidade. Logo, a execução do teste é imprescindível para a finalização do processo de construção da embarcação e da avaliação da estabilidade inicial e estabilidade dinâmica da embarcação.

Tendo isso em vista, o referido experimento deve ser executado com base nos princípios básicos da arquitetura naval, principalmente, estabilidade inicial, propriedades hidrostáticas e estabilidade em pequenos ângulos, bem como, conceitos de braço de endireitamento, altura metacêntrica e metacentro.

Conforme será exposto a seguir detalhadamente, a prova de inclinação é realizada causando pequenas inclinações na embarcação, para obtenção da altura metacêntrica (GMt) da embarcação na condição leve. Já para a determinação da posição vertical do centro de gravidade (KG) utiliza-se a altura metacêntrica resultante da prova e a posição vertical do metacentro transversal, o qual permanece estacionário, sem movimentar-se no sentido vertical e horizontal, em pequenos ângulos de inclinação.

A bibliografia existente tal como Lewis et al (1988), determina que o metacentro permanece estacionário, sem alteração do valor, até o ângulo de inclinação de 7° ou em alguns casos até 10° . Já para Tupper (2004), a posição do metacentro é determinada em pequenos ângulos de inclinação, de uma forma geral, para ângulos de 2° a 3° de inclinação, onde as posições de G (Centro de Gravidade) e M (Metacentro) podem ser consideradas fixas, logo o

valor de GMt é considerado fixo para um deslocamento, desde que a inclinação esteja dentro do limite.

Segundo as NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA BRASILEIRA PARA EMBARCAÇÕES QUE OPERAM NA NAVEGAÇÃO INTERIOR (NORMAM 02/DPC), o ângulo de inclinação da embarcação deve estar no intervalo de 1° a 3°, de acordo com os fundamentos de Arquitetura Naval, pois, somente assim, os resultados do teste são válidos, e o relatório da prova de inclinação pode ser emitido juntamente com o estudo de estabilidade definitivo.

Atualmente, a referida norma já expõe um modelo de relatório padrão, adotando apenas dois métodos para determinação do ângulo de inclinação e, conseqüentemente, da altura metacêntrica (GMt) da embarcação, durante o teste de inclinação: Tubo U ou Pêndulo.

Lewis et al. (1988) estipulam que os ângulos de inclinação da embarcação, durante o experimento, após cada movimento, devem ser calculados através da medição da deflexão da embarcação utilizando pêndulos, mais precisamente dois pêndulos.

Tupper (2004), por outro lado, admite a utilização de pêndulos para a medição das deflexões. Entretanto, também considera a utilização de tubos para medição do desnível e, conseqüentemente, do ângulo de inclinação.

Ao utilizar os dois métodos presentes nas normas vigentes e mencionados nas bibliografias acima, melhor explicitados na sequência, a incidência de inclinações fora da faixa de validação é bastante elevada, haja vista que o cálculo do ângulo de inclinação é realizado apenas no final do relatório, e não instantaneamente após a inclinação.

Desta forma, a inclinação da embarcação encontra-se acima do aceitável para pequenos ângulos, em uma faixa onde o Metacentro não é estacionário. Assim, os princípios e simplificações adotadas não são mais válidas para o experimento, logo, os resultados de altura metacêntrica não são válidos, tampouco corretos, invalidando o experimento de inclinação e os resultados obtidos.

Outra problemática existente, na determinação do ângulo de inclinação utilizando o método do Tubo “U” é a elevada quantidade de erros associados ao método, tais como erros de medição e leitura, erro de fixação, erro de localização e posicionamento. Ademais, o método do Tubo “U” sofre bastante influência das correntes e marés, uma vez que, a medição do ângulo é feita pelo desnível d’água nos tubos, logo, os erros associados a efeitos externos são bastante elevados.

Quanto à ergonomia do método, para a medição dos desníveis utilizando o Tubo “U” é necessário fixar dois tubos, um a ré e outro a vante da embarcação, devendo ser realizadas

quatro medições de níveis a cada movimento da embarcação, duas em cada tubo (uma em boreste e outra em bombordo). Assim, o tempo demandado para a verificação dos desníveis em cada movimento é bastante elevado, sendo maior que o necessário para o pêndulo, e bem maior se for comparado ao inclinômetro.

Com relação ao método de determinação do ângulo de inclinação utilizando pêndulos, a maior problemática envolvida é o tamanho do pêndulo, o qual deve apresentar grande comprimento para aumentar a precisão dos resultados. Desta forma, é considerado um método quase impraticável de ser realizado em embarcações de pequeno e médio porte, aumentando a imprecisão dos resultados.

Ademais, o método do Pêndulo também apresenta erros de leitura e medição, pois é necessário fixar fitas métricas para medir a deflexão da embarcação, bem como erros de instalação e posicionamento, reduzindo a acurácia do experimento.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com o exposto acima, observa-se que o Engenheiro Naval possui métodos restritos, defeituosos e imprecisos para a determinação da altura metacêntrica e, conseqüentemente, da posição vertical do centro de gravidade em uma prova de inclinação.

A partir disso, propõe-se elaborar um estudo piloto para criação de um novo procedimento de determinação do ângulo de inclinação, da altura metacêntrica e, logo, da Altura do Centro de Gravidade (KG).

O novo método de determinação do ângulo de inclinação junto ao novo procedimento tornaria os resultados do experimento de inclinação mais precisos, contendo menos erros de medição, fixação e outros. Ademais, a nova metodologia facilitaria a verificação do ângulo de inclinação e sua validade dentro do intervalo de aceitação imposto pelas normas vigentes e pela bibliografia existente.

De uma forma geral, o novo método permitiria o engenheiro responsável pelo teste de inclinação verificar se o ângulo de inclinação está dentro da faixa aceitável de validade, onde o Metacentro permanece estacionário, tornando válidos os resultados obtidos na prova. Outrossim, tornaria os resultados do teste mais precisos, o valor do KG mais próximo do real e beneficiaria a verificação de conformidade entre obra e projeto.

1.4 OBJETIVO GERAL

Com base na problemática apresentada anteriormente, o objetivo geral desta dissertação é elaborar um estudo piloto para criação de um novo método de determinação do ângulo de inclinação, da altura metacêntrica, e logo, da Altura do Centro de Gravidade (KG), tornando os resultados do teste de inclinação mais precisos e as inclinações dentro da faixa aceitável de validação.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Baseado no objetivo geral desta dissertação, definiram-se os seguintes objetivos específicos para complementar o trabalho e fundamentar técnica e teoricamente o estudo proposto:

- ✓ Desenvolver método e procedimento alternativo para determinação do ângulo de inclinação, altura metacêntrica e posição vertical do Centro de Gravidade em um Teste de Inclinação.
- ✓ Executar o teste de inclinação em embarcações, utilizando os métodos vigentes e o método alternativo para determinação do ângulo de inclinação.
- ✓ Analisar estatisticamente os resultados obtidos pelos métodos vigentes e por meio do novo método.
- ✓ Analisar qualitativamente o novo procedimento de determinação do KG da embarcação, comparando com os métodos atuais.
- ✓ Desenvolver um novo modelo de Relatório da Prova de Inclinação, utilizando o novo procedimento de determinação do ângulo de inclinação e do KG.
- ✓ Avaliar a viabilidade técnica da implantação do novo procedimento de determinação do KG.

1.6 DELINEAMENTO DA DISSERTAÇÃO

O presente estudo foi desenvolvido e particionado em oito capítulos visando a melhor abordagem do assunto e o mais claro entendimento sobre o tema e a metodologia empregada. No Capítulo 1, são apresentadas as considerações gerais do trabalho, a problemática e a justificativa, as quais apresentam o problema enfrentado pelos engenheiros navais durante a execução da prova de inclinação e seus impactos no desenvolvimento do projeto e da vida útil

da embarcação. Ademais, são expostos os objetivos gerais e específicos e a presente estrutura da dissertação, os quais apontam a finalidade do trabalho e como a dissertação está dividida.

No Capítulo 2, realiza-se uma revisão da bibliografia existente acerca dos conceitos básicos de estabilidade inicial, inclinação a pequenos ângulos, metacentro, prova de inclinação. Ademais, executa-se uma coletânea das abordagens normativas a respeito do experimento de inclinação, com as normas vigentes nacionais e internacionais. Para dar alicerce técnico e teórico ao trabalho, são apresentados os conceitos básicos de inclinômetro.

Na sequência, o Capítulo 3 apresenta os Materiais e Métodos empregados na dissertação, iniciando com a exposição do método alternativo de verificação do ângulo de inclinação e, conseqüentemente, do cálculo da altura metacêntrica. A partir disso, foi elaborada a metodologia de execução dos testes de inclinação, os quais serão executados nas embarcações e o modelo de relatório para o novo procedimento.

No Capítulo 4, são apresentadas informações pessoais coletadas de profissionais atuantes na área da engenharia naval na Amazônia, dentre eles, engenheiros navais projetistas, engenheiros de sociedades classificadoras e do corpo da Marinha do Brasil.

Em seguida, no Capítulo 5, apresenta-se o planejamento estatístico da dissertação, contendo a conceituação para definição do campo amostral do estudo piloto, a determinação do método e da metodologia de análise dos resultados e os objetivos estipulados para a análise estatística quantitativa.

Na sequência no Capítulo 6, são apresentados os resultados obtidos nos testes de inclinação, contendo os dados coletados utilizando o método do Tubo “U”, método do Pêndulo e o método alternativo. Após a apresentação dos resultados, são realizadas as análises qualitativas, quantitativas (estatística) e, logo, a avaliação da viabilidade técnica do novo método. Ademais, são realizadas as devidas observações e discussões acerca dos resultados obtidos.

Nos Capítulos 7 e 8, são apresentadas as considerações finais do trabalho e as referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento da dissertação, respectivamente. Os apêndices do trabalho são numerados e listados em seguida. Para complementar o entendimento da estrutura da dissertação, a Figura 1 apresenta o delineamento do trabalho.

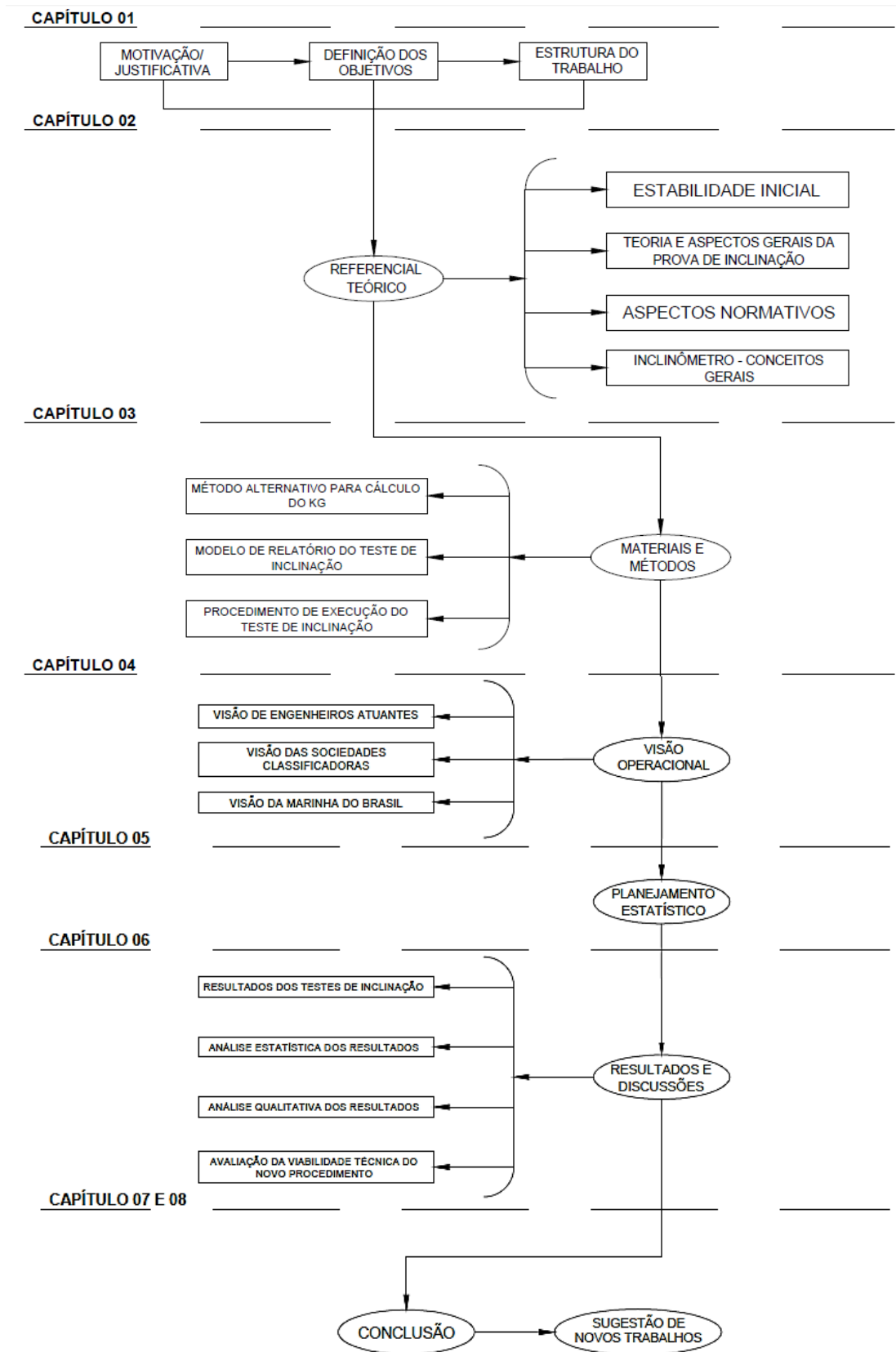


Figura 1. Delineamento do trabalho. Fonte: Autor (2017).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTABILIDADE INICIAL

A estabilidade transversal intacta dos navios, contra o emborcamento, sempre foi de suma importância para engenheiros navais projetistas, marítimos e entidades reguladoras, haja vista que é um fator crucial para garantir a segurança da navegação e a salvaguarda da vida humana no mar (KUO e WELAYA, 1981).

Segundo Lewis et al. (1988), o projeto do casco do navio não deve, apenas, possuir geometria para garantir a flutuabilidade da embarcação e de seus conteúdos, mas sim ter certeza de que irá permanecer na posição vertical e sem emborcar, durante a viagem e carregamento de passageiros e cargas. Logo, isto é um problema de estabilidade transversal.

De acordo com Biran (2003), o estudo da estabilidade da embarcação deve iniciar com o entendimento dos princípios de Arquimedes, Stevin e Bouguer, ou seja, partindo do conhecimento da flutuabilidade, do centro de flutuabilidade, passando por deslocamento e centro de gravidade, até alcançar o entendimento de metacentro.

2.1.1 Flutuabilidade e Equilíbrio

Um corpo flutuando livremente em águas tranquilas possui uma força com sentido para baixo atuando no respectivo centro de gravidade. Desta maneira, adotando que a massa do corpo é igual a m , a respectiva força atuante é igual a $m \cdot g$, onde g é a aceleração da gravidade, e a força é chamada de força peso. Como o corpo está flutuando em equilíbrio, também, experimenta uma força de sentido ascendente (para cima), atuando na mesma linha de ação da força peso e com a mesma magnitude, caso contrário o corpo se moveria (TUPPER, 2004).

Lewis et al. (1988) definem que o corpo rígido em equilíbrio deve possuir a resultante das forças e momentos igual a 0, ou seja, a somatória da força peso e de todas as forças com sentido para baixo, e a resultante das forças de flutuação, a qual atua no centro de flutuação, deverão possuir a mesma magnitude, atuando na mesma linha vertical.

O equilíbrio de um corpo pode ser classificado em três tipos: estável, neutro e instável. No equilíbrio estável, o corpo ao ser submetido a um esforço irá inclinar-se até o novo equilíbrio. Todavia, quando o esforço cessar ou for retirado, o corpo retorna à posição inicial. Por outro lado, quando o corpo submetido a uma perturbação e após a retirada da mesma, não retorna a sua posição inicial, permanecendo na nova posição, chama-se de equilíbrio neutro. E por fim, quando o corpo é submetido ao esforço, o qual é retirado em seguida, e o corpo continua

se movimentando mesmo após o fim da perturbação, chama-se de equilíbrio instável (BARRASS e DERRETT, 2006).

2.1.2 Deslocamento, Volume Deslocado e Centro de Gravidade

Para Lewis et al. (1988), o peso total ou deslocamento da embarcação pode ser determinado a partir da leitura das marcas de calado e das curvas hidrostáticas ou de Bonjean. Já a posição do centro de gravidade é definida por meio do experimento de inclinação. Todavia, para embarcações que não foram lançadas ao mar, a determinação do peso e da posição do centro de gravidade é realizada através do cálculo da estimativa de pesos e momentos.

O cálculo do peso leve e da posição do centro de gravidade são de suma importância para o sucesso do projeto. O peso leve da embarcação influenciará diretamente na capacidade de carga da embarcação, ou seja, na receita que o navio trará ao proprietário, impactando diretamente na viabilidade técnica e econômica da embarcação (Lewis et al., 1988). A posição longitudinal do centro de gravidade (LCG) da embarcação alterará a estabilidade longitudinal da mesma, influenciando na navegabilidade, resistência ao avanço, dentre outros fatores. Já a posição vertical do centro de gravidade (KG) influencia diretamente na estabilidade transversal do navio, e assim, na segurança da navegação e salvaguarda da vida humana no mar. (DIEHL e WILCZYNSKI, 1995).

Para Tupper (2004), o peso do líquido deslocado é igual ao deslocamento leve da embarcação. Assim, determinando o volume de água deslocado, o qual é igual ao volume do casco submerso, será possível determinar o peso da embarcação. O volume do casco é calculado por meio das regras de integração numérica, integrando a área das seções transversais do casco (balizas) ao longo do comprimento do navio.

O centro do volume deslocado ou centro de carena (KB) é o ponto de aplicação da força de flutuabilidade, resultante do empuxo, aplicada no sentido ascendente (para cima). A posição deste ponto influenciará na estabilidade inicial da embarcação, pois afetará a posição vertical do metacentro transversal (LEWIS et al., 1988).

2.1.3 Propriedades Hidrostáticas

De acordo com Biran (2003), para um corpo flutuante, o peso do fluido deslocado é igual ao peso desse corpo. Desta maneira, pode-se afirmar que o deslocamento do navio é igual ao peso de água que o mesmo desloca. Assim, pode-se calcular o deslocamento por meio da Equação 01, adotando ∇ como o volume de água deslocado, Δ o deslocamento da embarcação e ρ a densidade da água.

$$\Delta = \nabla \times \rho \quad (01)$$

Para Tupper (2004), com a forma navio definida, por meio do plano de linhas do casco e outros documentos, o volume deslocado ou o volume de água deslocada pode ser calculado por meio das regras de integração numérica. Desta forma, integra-se a área submersa das balizas (A_s) ou seções ao longo do comprimento da embarcação, conforme Equação 02.

$$\nabla = \int A_s dx \quad (02)$$

Reitera-se que a determinação do volume deslocado e, conseqüentemente, do deslocamento da embarcação é realizada para uma linha de flutuação específica, ou seja, para um respectivo calado da embarcação. Assim, pode-se elaborar uma tabela contendo os valores de deslocamento e volume deslocado para o correspondente valor de calado da embarcação (TUPPER, 2004).

Lewis et al. (1988) definem que para o cálculo da posição longitudinal do centro do volume deslocado (LCB) deve-se determinar o momento longitudinal do volume, o qual é obtido pelo produto entre as áreas submersas das balizas (seções transversais) e a sua respectiva cota longitudinal (com referência na meia-náu ou perpendicular de ré). O LCB, então, é definido pelo quociente entre momento longitudinal do volume e o volume deslocado. A Equação 03 aponta o cálculo da posição longitudinal do centro do volume deslocado (LCB).

$$LCB = \frac{\int_0^{L_t} x \cdot A_s \cdot dx}{\nabla} \quad (03)$$

Onde:

- ✓ L_t = Comprimento Total da embarcação (m);
- ✓ A_s = Área submersa da baliza ou seção transversal (m²);
- ✓ x = Posição Longitudinal da baliza ou da seção transversal (m);
- ✓ ∇ = Volume Deslocado (m³).

O centro de flutuação vertical ou o centro vertical do volume deslocado consiste em uma propriedade tridimensional, correspondente à distribuição do volume da embarcação, sendo determinado por meio das regras de integração numérica, em especial as regras de Simpson. A posição vertical do centro do volume deslocado ou KB, medido a partir da quilha (Keel), pode ser calculada pela Equação 04 (BARRASS e DERRETT, 2006).

$$KB = \frac{\int_0^P A_{WL} \cdot Z \cdot dz}{\nabla} \quad (04)$$

Onde:

- ✓ A_{wl} = Área de flutuação no calado considerado;
- ✓ Z = Calado ou Altura da linha d'água considerada;

- ✓ P = Pontal da Embarcação.

Lewis et al. (1988) definem a área de flutuação na linha d'água (A_{wl}) como o valor da área de flutuação da embarcação no respectivo calado, sendo calculado por meio da integração numérica dos valores de boca da embarcação naquela linha d'água ao longo da embarcação, preferivelmente com a maior quantidade possível de seções transversais, conforme exposto na Equação 05.

$$A_{wl} = \int_0^{L_t} B_{wl} dx \quad (05)$$

Onde:

- ✓ A_{wl} = Área de flutuação no calado considerado;
- ✓ B_{wl} = Boca da embarcação na linha de flutuação ou calado considerado.

O centro de flutuação, definido por Tupper (2004), representa o centróide da área de flutuação, ponto no qual ao adicionar ou retirar pesos de uma embarcação, na mesma linha vertical deste ponto, o navio não apresentará alterações de TRIM e BANDA, uma vez que a embarcação inclina em torno deste ponto. O cálculo da posição longitudinal do centro da área de flutuação (LCF) é realizado através da definição do momento longitudinal da área de flutuação e da própria área de flutuação, conforme exposto na Equação 06.

$$LCF = \frac{\int_{-0}^{L_t} x * B_{wl} * dx}{A_{WL}} \quad (06)$$

O momento necessário para trimar a embarcação é uma propriedade hidrostática de suma importância para estudos de carregamento e estabilidade, sendo comumente utilizado como o momento para trimar um centímetro (MTC). Ressalta-se que o valor de MTC aumenta conforme eleva-se o deslocamento da embarcação, ou seja, quanto mais carregado o navio estiver mais difícil será trimá-lo. Ademais, como é uma propriedade hidrostática influenciada pela água, o valor do momento para trimar a embarcação será mais elevada em águas salgadas. De toda forma, o momento para trimar um centímetro é determinado pela Equação 07. (LEWIS et al., 1988).

$$MTC = \frac{\Delta * BML}{100 * L_{pp}} \quad (07)$$

Onde:

- ✓ L_{pp} = Comprimento entre perpendiculares da embarcação (m);
- ✓ BML = Raio Metacêntrico Longitudinal (m).

2.1.4 Estabilidade em Pequenos Ângulos

Para Tupper (2004), o conceito de estabilidade de um corpo flutuante pode ser explicado considerando uma inclinação da embarcação por meio da ação de uma força externa que é posteriormente removida. Na Figura 2, a embarcação flutua na linha d'água W_0L_0 e com a inclinação passa para a linha d'água W_1L_1 .

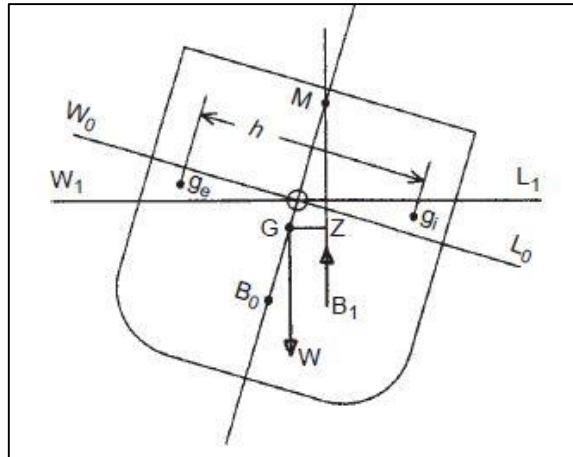


Figura 2. Embarcação com pequeno ângulo de inclinação transversal. Fonte: Tupper (2004).

Ainda segundo Tupper (2004), a inclinação não afeta a posição do centro de gravidade da embarcação (G), haja vista que é uma propriedade do peso da embarcação, e desta maneira não se altera com a inclinação da embarcação. Todavia, a posição do centro de flutuabilidade altera-se em decorrência do deslocamento da porção de volume de W_0OW_1 para L_0OL_1 . Ademais, o ponto em que a linha vertical que passa pelo ponto B_1 (Novo centro de flutuação) cruza a linha vertical anterior, que passava pelo ponto B_0 , é chamado de Metacentro.

Para Lewis et al. (1988), considerando uma embarcação simétrica inclinada com um pequeno ângulo $\Delta\phi$, o centro de flutuabilidade move-se como resultado da inclinação. As linhas verticais que passam pelo centro de gravidade G e pelo novo ponto de flutuabilidade B_1 são separadas pela distância GZ ou braço de endireitamento e cruzam-se no ponto M ou Metacentro Transversal. A altura do metacentro transversal altera conforme o deslocamento e o TRIM, entretanto permanece o mesmo para o respectivo valor de calado.

A distância transversal BB_1 em que o centro de flutuação foi deslocado é calculada pela Equação 08, conforme estipulou Barrass e Derrett (2006). Sabendo que a cota gg_1 é a distância transversal entre os centros de gravidade das porções de volume que foram deslocadas e v é o volume desta porção deslocada.

$$BB_1 = \frac{v * gg_1}{\nabla} \quad (08)$$

Onde:

✓ BB_1 = Distância transversal em que o centro de flutuação foi deslocado (m);

- ✓ v = Volume que foi deslocado com a inclinação (m^3);
- ✓ gg_1 = Cota transversal entre os centros de gravidade das porções de volume que foram deslocadas (m).

A força peso $W = m.g$ (Equação 09) atuando para baixo no centro de gravidade e a força de flutuabilidade atuando para cima no centro de flutuação formam o braço de endireitamento GZ , onde o momento de endireitamento é igual a $GZ \times W$ (Equação 10), responsável pela restauração da embarcação à sua condição inicial sem inclinação. O braço GZ é perpendicular à linha vertical B_1M , assim pode-se obter que $GZ = GM \times \sin\theta$ (Equação 11), onde GM é a altura metacêntrica e θ é o ângulo de inclinação da embarcação (TUPPER, 2004).

$$W = m.g \quad (09)$$

$$\text{Momento de Endireitamento} = GZ \times W \quad (10)$$

$$GZ = GM \times \sin(\theta) \quad (11)$$

Lewis et al. (1988) definem que o metacentro transversal M permanece estacionário, sem alteração de valor, com inclinações de pequenos ângulos de até 7° , ou em alguns casos de até 10° .

O ponto M , chamado de metacentro, permanece fixo e inalterado até ângulos de banda de até 15° (BARRASS e DERRETT, 2006).

Para Tupper (2004), a posição do metacentro é determinada em pequenos ângulos, considerando pequenas inclinações do navio sobre o eixo central. De uma forma geral, para ângulos de 2° a 3° de inclinação. Ademais, as posições de G e M podem ser consideradas fixas para pequenos ângulos de inclinação, assim o valor de GM é considerado fixo para um deslocamento, desde que a inclinação esteja dentro do limite. Todavia, para um determinado valor de deslocamento, pode-se obter diversos valores de GM , uma vez que, conforme a forma do carregamento, o valor de G pode alterar, entretanto o valor de M será igual.

A partir dos conceitos de altura metacêntrica (GM), Metacentro (M) e braço de endireitamento (GZ) conhecidos, pode-se avaliar o tipo de equilíbrio e a estabilidade inicial do navio. Caso o metacentro esteja localizado acima do centro de gravidade, ou seja, GM terá valor positivo, logo GZ será positivo, considera-se um equilíbrio estável, onde a embarcação após o cessar da força inclinante, retornará ao estado inicial. Com o metacentro localizado abaixo do centro de gravidade, GM possuirá um valor negativo, assim GZ também terá valor negativo. Desta forma, considera-se um equilíbrio instável, onde a embarcação após o cessar da força inclinante, não retornará ao estado inicial. Por fim, caso o metacentro esteja localizado na mesma posição que o centro de gravidade, GM e GZ possuirão valor igual a 0, desta maneira,

tem-se um equilíbrio neutro, onde a embarcação permanecerá naquela posição, mesmo após o cessar da força inclinante (BARRASS e DERRETT, 2006).

Segundo Lewis et al. (1988), a altura metacêntrica transversal é de suma importância para a estabilidade inicial em pequenos ângulos, para avaliar o tipo de equilíbrio da embarcação. Todavia, também é de grande importância para a estabilidade da embarcação em grandes ângulos, para obtenção da curva de estabilidade estática do navio.

Biran (2003) define que para obtenção da posição vertical do Metacentro Transversal (KMT) é necessário determinar o valor do raio metacêntrico transversal (BMT). Haja vista que a posição vertical do Metacentro Transversal (KMT) é calculada pela Equação 12, onde KB é a posição vertical do centro de carena.

$$KMT = KB + BMT \quad (12)$$

A partir da Equação 08 e admitindo que a cota transversal BB_1 é perpendicular à linha vertical que passa pelo centro da área de flutuação original B (ou seja, na linha de centro). Para Lewis et al (1988), o raio metacêntrico transversal é calculado pela Equação 13.

$$BMT = \frac{BB_1}{\tan \phi} = \frac{v \cdot gg_1}{\nabla \cdot \tan \phi} = \frac{I_T}{\nabla} \quad (13)$$

$$BMT = \frac{I_T}{\nabla} \quad (13)$$

Onde:

- ✓ ϕ = Ângulo de inclinação (°);
- ✓ I_T = Momento de Inércia transversal da linha d'água ou calado considerado (m^4).

A partir da determinação do valor da posição vertical do metacentro transversal KMT e da posição vertical do centro de gravidade KG, obtido por meio do experimento de inclinação, pode-se obter o valor da altura metacêntrica através da Equação 14 (BIRAN, 2003).

$$GM = KMT - KG \quad (14)$$

Lewis et al. (1988) definem o metacentro longitudinal como semelhante ao metacentro transversal, todavia envolve inclinações longitudinais e como, na maioria das embarcações, não há simetria no plano proa/ popa, o centro de flutuabilidade desloca-se conforme há alteração do calado. O Metacentro Longitudinal é definido como o ponto de intersecção entre a linha vertical que passa pelo centro de flutuabilidade inicial e pela linha vertical que passa pelo novo centro de flutuabilidade após o navio ser inclinado longitudinalmente com um pequeno ângulo.

Tupper (2004) apresenta na Figura 3, um navio com deslocamento constante, operando na linha d'água W_0L_0 , ao sofrer um esforço, trima e passa a flutuar na linha d'água W_1L_1 . O plano de linha d'água inicial intercepta o novo plano de linha d'água no ponto F, chamado de ponto de Flutuabilidade ou centro da área de flutuação (LCF). Desta maneira, observa-se que a embarcação trima (inclina longitudinalmente) em torno do centro da área de flutuação. Desta maneira, ao adicionar ou remover qualquer peso no ponto F, não acarretará em alteração de inclinação longitudinal da embarcação.

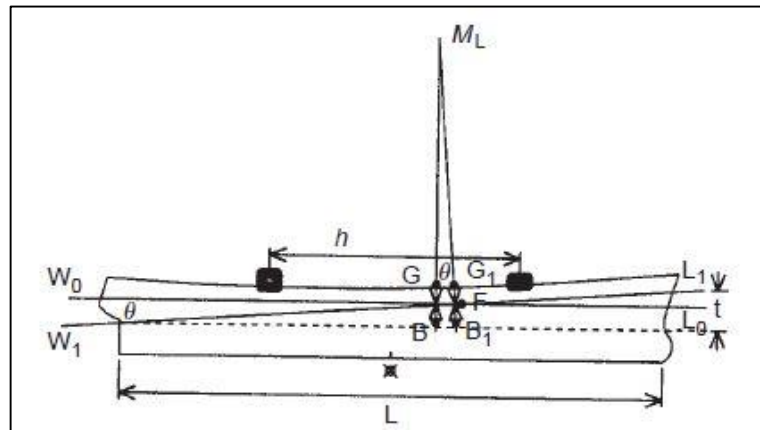


Figura 3. Embarcação com pequeno ângulo de inclinação longitudinal. Fonte: Tupper (2004).

Barrass e Derrett (2006) determinam que para obtenção da posição vertical do Metacentro Longitudinal (KML) é necessário determinar o valor do raio metacêntrico longitudinal (BML), similar ao que foi efetuado para o metacentro transversal. Haja vista que, a posição vertical do Metacentro Longitudinal (KML) é calculada pela Equação 15, onde KB é a posição vertical do centro de carena.

$$KML = KB + BML \quad (15)$$

Similar ao que foi realizado para o raio metacêntrico transversal, o raio metacêntrico longitudinal é calculado utilizando o segundo momento de área longitudinal ou o momento de inércia longitudinal da área na linha d'água ou calado considerado, conforme apresentado na Equação 16 (TUPPER, 2004).

$$BML = \frac{I_L}{\nabla} \quad (16)$$

Para Lewis et al (1988), o metacentro longitudinal permanece fixo para ângulos moderados de inclinação, caso não haja mudança abrupta de forma do casco. A partir da subtração do metacentro longitudinal pelo centro de gravidade, obtém-se a altura metacêntrica longitudinal GM_L , a qual é um índice da resistência da embarcação em alterar o TRIM. Ademais, para embarcações convencionais com áreas de linha d'água normais, o metacentro

longitudinal está sempre localizado muito acima do centro de gravidade e, portanto, a altura metacêntrica longitudinal sempre será positiva.

Uma utilidade importante para a altura metacêntrica transversal é o cálculo do momento para causar 1° de banda na embarcação. Admitindo que os ângulos de inclinação são pequenos e que o momento restaurador é igual $\Delta \times GZ$, utilizando a Equação 11, Lewis et al. (1988) definiram a Equação 17 para o cálculo do momento para causar 1° de banda, reiterando que esta formulação somente é válida para pequenos ângulos de inclinação.

$$\Delta \times GZ = \Delta \times GM \times \text{sen}(\emptyset) \quad (17)$$

$$\text{Momento para Causar 1° de Banda} = \Delta \times GM \times \text{sen}(\emptyset) \quad (17)$$

$$\text{Momento para Causar 1° de Banda} = \Delta \times GM \times \text{sen}(1^\circ) \quad (17)$$

De maneira semelhante, Tupper (2004) considera o deslocamento h de um peso w a bordo do navio, causando um ângulo de inclinação na embarcação, alterando a posição do Centro de gravidade de G para G_1 e do centro de carena de B para B_1 . Desta maneira, a alteração no centro de gravidade GG_1 pode ser determinada pela Equação 18.

$$GG_1 = \frac{w \cdot h}{\Delta} \quad (18)$$

Admitindo que a cota GG_1 é perpendicular ao valor da altura metacêntrica longitudinal GML e que a tangente do ângulo de trim (ou o ângulo de inclinação longitudinal na embarcação) é calculado pela Equação 19. Tupper (2004) define a influência da altura metacêntrica longitudinal no cálculo do momento para trimar a embarcação.

$$\tan \emptyset = \frac{t}{L} = \frac{GG_1}{GML} = \frac{w \cdot h}{\Delta \cdot GML} \quad (19)$$

Onde:

- ✓ \emptyset = Ângulo de inclinação (°);
- ✓ t = trim da embarcação (m);
- ✓ L = Comprimento entre as marcas de calado (m);
- ✓ GML = Altura Metacêntrica Longitudinal (m);
- ✓ GG_1 = Cota entre as posições do centro de gravidade inicial e final (m);
- ✓ w = Peso movimentado à bordo (t);
- ✓ h = Distância de movimentação do peso (m);
- ✓ Δ = Deslocamento da embarcação (t).

Logo, o momento para trimar um centímetro é determinado pela Equação 20 definida por Tupper (2004):

$$MT = \frac{t \cdot \Delta \cdot GML}{L} \quad (20)$$

$$MTC = \frac{\Delta \cdot GML}{100 \cdot L} \quad (20)$$

De acordo com Lewis et al. (1988), como a distância entre o centro de gravidade G e o centro de flutuabilidade B é infinitamente inferior ao valor de GML, ou seja, o valor de GML é aproximadamente igual ao valor de BML, usualmente, altera-se a Equação 20, substituindo a altura metacêntrica longitudinal GML pelo raio metacêntrico longitudinal BML, conforme pode-se observar na Equação 21. Assim, a propriedade momento para trimar um centímetro MTC torna-se exclusivamente hidrostática e dependente apenas do formato do casco da embarcação.

$$MTC = \frac{\Delta \cdot BML}{100 \cdot L} \quad (21)$$

Tupper (2004) aponta, na Figura 4, algumas propriedades hidrostáticas abordadas anteriormente, demonstrando graficamente o comportamento das propriedades hidrostáticas de uma embarcação conforme altera-se o calado.

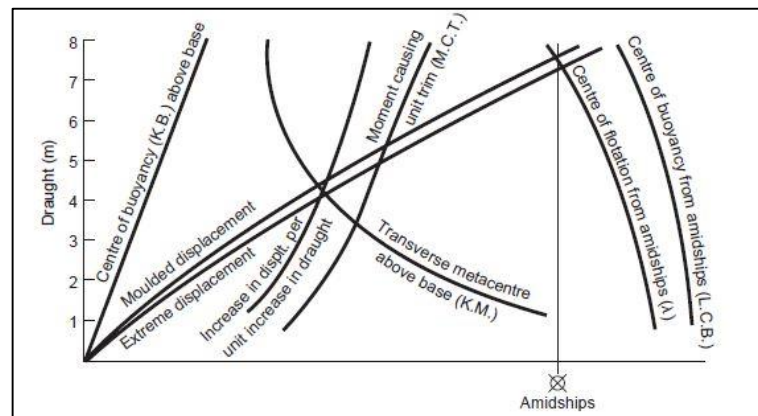


Figura 4. Curvas hidrostáticas. Fonte: Tupper (2004).

2.2 TEORIA E ASPECTOS GERAIS DA PROVA DE INCLINAÇÃO

A localização do centro de gravidade de uma embarcação na condição de flutuação livre é um parâmetro de suma importância para a análise da estabilidade estática da embarcação, bem como, da resposta da embarcação a condições de carregamentos dinâmicos. Das três dimensões do centro de gravidade, o que mais influencia na estabilidade transversal da embarcação é a posição vertical do centro de gravidade, sendo tipicamente determinada na condição leve, utilizando os resultados do teste de inclinação. Para isso, é determinada a altura metacêntrica GM e a posição vertical do metacentro KMT (DIEHL e WILCZYNSKI, 1995).

Para Woodward et al (2016), o teste de inclinação é, simplificado, causar uma inclinação forçada na embarcação por meio do deslocamento de um peso conhecido por uma distância definida, formando um momento inclinante. A inclinação é medida por meio de pêndulos com prumos nas pontas e marcas no convés da embarcação, para medir a deflexão do navio, sendo instalados, geralmente, dois ou três pêndulos ao longo da embarcação. Com as deflexões medidas e os ângulos de inclinação definidos, utilizam-se as equações para o cálculo do GMt.

Segundo Tupper (2004), o teste de inclinação consiste em gerar pequenos ângulos de banda (inclinação transversal) na embarcação, por meio do deslocamento transversal, no convés ou nos porões, de pesos por uma cota transversal, gerando um momento inclinante pré-determinado, anotando, assim, os ângulos de inclinação, calados e densidade da água. Ademais, a prova deve ser executada com a embarcação completa e com todos os itens a bordo, entretanto, na maioria dos casos, isto não é possível.

De acordo com Lewis et al. (1988), o teste de inclinação é a inclinação do navio por meio da movimentação de um peso na direção perpendicular ao plano da linha de centro da embarcação, por uma distância medida, até que o navio estabeleça um momento de endireitamento que se ajuste ao momento inclinante. Este processo é repetido diversas vezes, anotando os ângulos de inclinação. A posição longitudinal do centro de gravidade e o deslocamento são determinados pela leitura de calados, já a posição vertical do centro de gravidade é obtida por meio dos ângulos de inclinação.

2.2.1 Princípios Básicos e Cálculo da Altura Metacêntrica

De acordo com Diehl e Wilczynski (1995), durante o teste de inclinação, quando há a movimentação de peso a bordo, conforme a Figura 5, a embarcação inclina-se para buscar o novo equilíbrio, ou seja, o centro de gravidade da embarcação desloca-se do ponto G para o ponto G' causando um momento restaurador para equilibrar os momentos. Desta maneira, o momento inclinante causado pela movimentação dos pesos é igual ao momento restaurador da embarcação resultante do produto entre o deslocamento e a distância entre os centros de gravidade, conforme Equação 22.

$$\Delta * (G - G') = W * X \quad (22)$$

Onde:

- ✓ $G - G'$ = Cota entre as posições do centro de gravidade inicial e final (m);
- ✓ W = Peso movimentado a bordo (t);
- ✓ X = Distância de movimentação do peso (m);

- ✓ Δ = Deslocamento da embarcação (t).

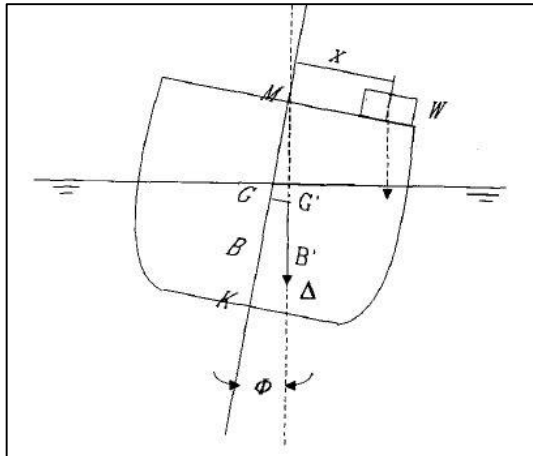


Figura 5. Movimentação de peso a bordo. Fonte: Diehl e Wilczynski (1994).

A posição vertical do centro de gravidade KG pode ser obtida pela Equação 14, e admitindo que a posição vertical do metacentro transversal KMT será calculada somente com base no respectivo calado da embarcação, haja vista que, é uma propriedade puramente hidrostática da forma do casco da embarcação, a única variável é o valor de GMt. Como a cota $G - G'$ (distância entre as posições do centro de gravidade) é perpendicular à medida GMt, pode-se utilizar a trigonometria e definir que GMt é calculado pela Equação 23 (DIEHL e WILCZYNSKI, 1995).

$$\tan \phi = \frac{(G - G')}{GMt} \quad (23)$$

$$GMt = \frac{W * X}{\Delta * \tan \phi} \quad (23)$$

Para Diehl e Wilczynski (1995), é importante salientar que a Equação 23 somente é válida para casos em que o Metacentro é estacionário, ou seja, quando não há o deslocamento vertical e horizontal do metacentro transversal. Para isso, o teste de inclinação deve ser realizado com inclinações de pequenos ângulos, garantindo validade dos resultados.

A configuração inicial para o Teste de Inclinação, de acordo com Tupper (2004), apresenta quatro pesos dispostos no convés principal, sendo dois localizados a bombordo e dois fixados a boreste, sendo separados transversalmente por uma distância conhecida “h”. Com relação ao eixo longitudinal, os dois pesos de cada bordo estão distanciados igualmente a partir da meia-náu. A Figura 6 apresenta a seção transversal da embarcação com a configuração inicial do teste de inclinação.

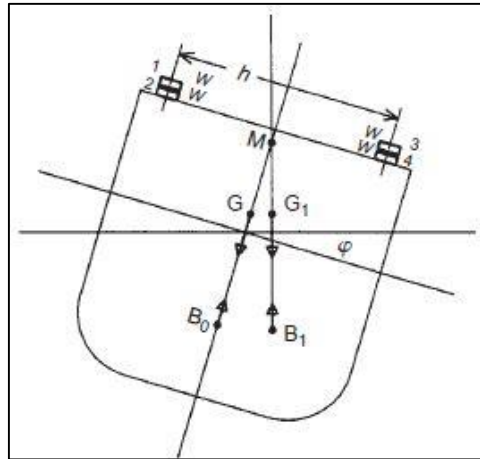


Figura 6. Configuração inicial da prova de inclinação. Fonte: Tupper (2004).

Ao deslocar o Peso 01 pela distância “h” para o mesmo bordo dos Pesos 03 e 04, a embarcação apresenta um pequeno ângulo de inclinação, em virtude da alteração da posição do centro de gravidade de G para G₁ e do centro de carena de B para B₁. Sabe-se que a embarcação responderá ao momento inclinante, causado pelo deslocamento transversal do peso, por meio de um momento de igual valor de sentido contrário para estabilizar o movimento, conforme Equação 22 (TUPPER, 2004).

Tupper (2004) estabelece que o cálculo da altura metacêntrica e, conseqüentemente, da posição vertical do centro de gravidade, é realizado por meio da Equação 23, utilizando o valor do ângulo de inclinação medido a bordo durante o teste de inclinação. Para ele, os ângulos de inclinação são comumente determinados utilizando dois pêndulos, um a vante e outro a ré da embarcação. A Equação 24 aponta o cálculo do ângulo de inclinação utilizando o pêndulo, onde d_p é a deflexão do pêndulo e L é o comprimento do pêndulo.

$$\tan \phi = \frac{d_p}{L} \quad (24)$$

Para elevar a precisão do experimento de inclinação, são realizadas várias movimentações dos pesos. Inicialmente, mobiliza-se o Peso 01 para o mesmo bordo dos Pesos 03 e 04, na seqüência, executa-se o movimento com o Peso 02. Após isso, desloca-se os Pesos 01 e 02 para suas posições iniciais e movimenta-se os Pesos 03 e 04 para o mesmo bordo dos Pesos 01 e 02, ou seja, repetindo o procedimento de um bordo para o outro, coletando os resultados do ângulo de inclinação a cada movimentação de um peso. Assim, no total, são 08 (oito) movimentos de pesos, totalizando 08 (oito) ângulos de inclinação e, conseqüentemente, 08 (oito) valores de GMt (TUPPER, 2004).

Com os oito valores de altura metacêntrica (GMt) definidos, realiza-se a média aritmética dos valores para determinar a altura metacêntrica final, e assim, por meio da Equação 14 e do valor da posição vertical do metacentro transversal KMt (determinado pelas tabelas

hidrostáticas e o calado leve da embarcação), calcula-se a posição vertical do centro de gravidade KG na condição leve da embarcação, utilizando os dados da prova de inclinação (TUPPER, 2004).

Para Lewis et al. (1988), admitindo uma inclinação da embarcação devido à movimentação do peso, o momento de endireitamento será igual ao momento inclinante. Adotando a Equação 17 mencionada anteriormente, para o momento de endireitamento, e a Equação 25 para o momento inclinante, pode-se calcular a altura metacêntrica da embarcação através da Equação 26.

$$\Delta \times GZ = \Delta \times GM \times \text{sen}(\varnothing) \quad (17)$$

$$M = w \times d \times \text{cos}(\varnothing) \quad (25)$$

$$w \times d \times \text{cos}(\varnothing) = \Delta \times GM \times \text{sen}(\varnothing) \quad (26)$$

$$GMt = \frac{w * d}{\Delta * \tan \varnothing} \quad (26)$$

Onde:

- ✓ w = Peso movimentado à bordo (t);
- ✓ d = Distância de movimentação do peso (m);
- ✓ Δ = Deslocamento da embarcação (t).

A altura do centro de gravidade da embarcação é calculada pela Equação 14. Ressalta-se que a posição vertical do metacentro transversal e o deslocamento da embarcação devem ser definidos a partir das Curvas de Bonjean, para condições de trim elevado. Entretanto, caso a embarcação, no momento do teste, apresente um trim próximo de zero, pode-se utilizar a tabela hidrostática (LEWIS ET AL., 1988).

Os calados devem ser lidos a vante, a ré e a meia-náu em ambos os bordos para determinação do calado correspondente. A densidade também deve ser medida nos três pontos da embarcação, garantindo, assim, uma densidade média. É importante ressaltar que, para elevados valores de trim, as curvas hidrostáticas não são indicadas para o cálculo das propriedades hidrostáticas, devendo utilizar as Curvas de Bonjean (TUPPER, 2004).

Tupper (2004) ressalta que é necessário realizar a correção do valor da posição vertical do centro de gravidade KG para os pesos que devem ser deduzidos ou acrescentados na embarcação, uma vez que, pesos podem estar presentes na embarcação durante o teste e não estão contidos no projeto técnico, e vice-versa.

Para minimizar a influência externa na prova de inclinação, e assim, reduzir a concentração de erros nos resultados, Woodward et al. (2016) sugerem que todos os tanques sejam esvaziados, reduzindo o efeito do momento de superfície livre dos tanques, que sejam

amarrados todos os pesos suspensos e que todos itens soltos sejam amarrados ou retirados de bordo.

As principais recomendações para obter resultados precisos da prova de inclinação, minimizando a influência externa, de acordo com Tupper (2004), são:

- Executar a prova em local abrigado, sem vento e com mar calmo;
- Durante o teste, a embarcação deve flutuar livremente, sem restrição de oscilação;
- Os pesos e equipamentos devem estar amarrados e presos;
- Os tanques da embarcação devem estar vazios, para evitar o efeito de superfície livre;
- A quantidade de pessoas a bordo deve ser reduzida ao suficiente para executar o teste e estas devem permanecer em locais pré-determinados.

Lewis et al. (1988) estabelecem alguns pontos cruciais no momento de preparação da prova, tais como: trim da embarcação mínimo; banda inicial próxima de 0° ; tanques da embarcação vazios ou completamente cheios; amarras soltas; condição de vento e maré branda; pessoas a bordo localizadas na linha de centro.

2.2.2 Trim, Deslocamento e Calados

O teste de inclinação da embarcação é realizado após a finalização da construção ou de uma grande alteração executada no navio. De toda a forma, geralmente a embarcação apresenta ângulo de inclinação longitudinal, ou seja, trim. O trim é expresso como o ângulo de inclinação entre a linha de base e o plano de linha d'água da embarcação, podendo ser calculado a partir dos calados a vante e a ré do navio (LEWIS ET AL., 1988).

Inicialmente, uma embarcação opera na linha d'água W_0L_0 . A partir disso, assumindo que o navio passou a operar com o mesmo deslocamento, apresentando um trim com ângulo Θ , na linha d'água $W_\Theta L_\Theta$, a intersecção entre as duas linhas d'água ocorre no centro da área de flutuação LCF (ou F), conforme é apresentado na Figura 7 (BIRAN, 2003).

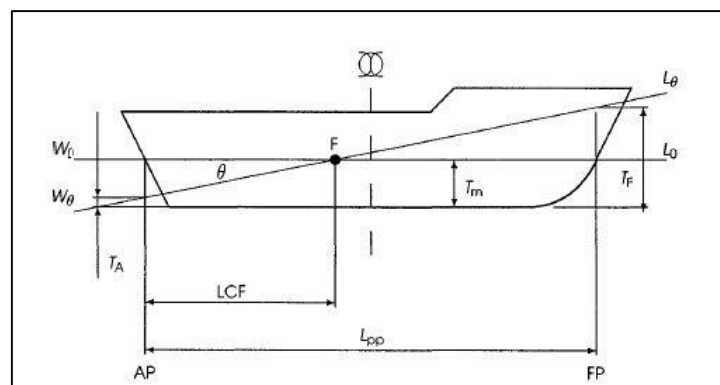


Figura 7. Embarcação com inclinação longitudinal (TRIM). Fonte: Biran (2003).

O Centro de Flutuação ou posição longitudinal da área de flutuação (LCF), de acordo com Lewis et al (1988), é o ponto na linha d'água do navio, o qual passa o eixo de rotação quando a embarcação está com trim, ou seja, a embarcação apresenta inclinação longitudinal em torno deste ponto. O LCF é utilizado para a determinação dos calados em dois casos: quando a embarcação é trimada sem alteração do deslocamento, ou seja, há uma movimentação do peso a bordo da proa para popa (ou vice-versa). Assim, a nova linha d'água pode ser determinada; ou se for acrescentado ou removido um peso localizado no LCF, não haverá alteração do ângulo de inclinação, haja vista que o LCF manterá sua posição, alterando apenas os valores do calado uniformemente, mantendo o equilíbrio.

O momento para trimar um centímetro é de suma importância para a determinação dos calados, utilizando o deslocamento e a posição do centro de gravidade longitudinal. Esta propriedade hidrostática é calculada pela equação 21 mencionada anteriormente (LEWIS ET AL., 1988).

2.2.2.1 Determinação do Calado Correspondente

Para a Marinha do Brasil (2005), a determinação do calado correspondente da embarcação inicia-se com as medições dos calados ou borda-livres a vante e a ré do navio. A maioria das embarcações não apresenta as marcas de calado legíveis, porém quando estão legíveis localizam-se fora das perpendiculares. Desta maneira, é necessário realizar a correção dos calados medidos para as perpendiculares. Este procedimento inicia-se com o cálculo do trim, conforme Equação 27.

$$\text{TRIM} = \text{TR} - \text{TV} \quad (27)$$

Onde:

- ✓ TRIM = Trim da embarcação na condição de prova (m);
- ✓ TR = Calado de Ré nas marcas ou nos locais de medição das borda-livres (m);
- ✓ TV = Calado de Vante nas marcas ou nos locais de medição das borda-livres (m).

Em seguida, ainda de acordo com a Marinha do Brasil (2005), com o objetivo de determinar a tangente do ângulo de inclinação longitudinal da embarcação, será calculada a distância entre os locais de medição do calado a vante e a ré (LRV). Desta maneira, a Equação 28 que calcula a distância longitudinal entre as marcas de calado ou os locais de medição das borda-livres está exposta a seguir.

$$\text{LRV} = \text{LPP} - \text{LR} - \text{LV} \quad (28)$$

Onde:

- ✓ LRV = Cota Longitudinal entre os locais de medição do calado a vante e a ré (m);

- ✓ LPP = Comprimento entre perpendiculares (m);
- ✓ LR = Cota Longitudinal entre a perpendicular de ré e o local de medição do calado de ré;
- ✓ LV = Cota Longitudinal entre a perpendicular de vante e o local de medição do calado de vante.

A Figura 8 apresenta o esquema de uma embarcação com a representação da linha de flutuação, para simplificar o entendimento do cálculo da correção dos calados para as perpendiculares e seus coeficientes.

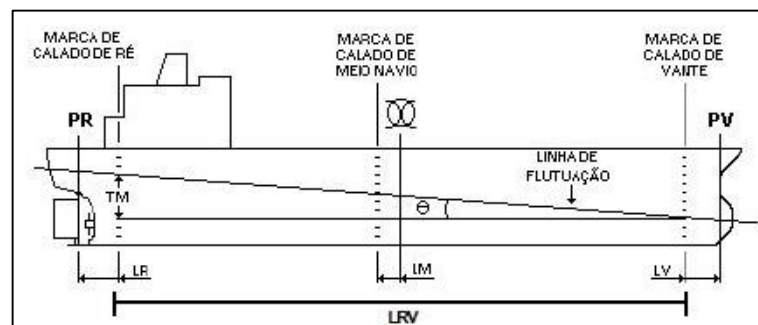


Figura 8. Esquema para cálculo dos calados e coeficientes. Fonte: Marinha do Brasil (2005).

Com os valores de TRIM e LRV determinados, é possível calcular a tangente do ângulo de inclinação longitudinal da embarcação pela Equação 29, a qual será fundamental para o cálculo dos fatores de correção do calado (TUPPER, 2004). Os fatores de correção do calado a ré, a meia-náu e a vante, representados pelos coeficientes dTPR, dTPM e dTPV, respectivamente, serão calculados pelas Equações 30, 31 e 32 r (MARINHA DO BRASIL, 2005).

$$\tan \theta = \frac{\text{TRIM}}{\text{LRV}} \quad (29)$$

$$d\text{TPR} = \tan \theta \times \text{LR} \quad (30)$$

$$d\text{TPM} = \tan \theta \times \text{LM} \quad (31)$$

$$d\text{TPV} = \tan \theta \times \text{LV} \quad (32)$$

Onde:

- ✓ $\tan(\theta)$ = tangente do ângulo de inclinação longitudinal da embarcação;
- ✓ LM = Cota Longitudinal entre a meia-náu e o local de medição do calado de meio-navio (m);
- ✓ dTPR = Fator de correção do calado a ré;
- ✓ dTPM = Fator de correção do calado a meio-navio;
- ✓ dTPV = Fator de correção do calado a vante;

Por fim, segundo Biran (2003), para a obtenção dos calados nas perpendiculares, deve-se realizar uma soma simples dos calados lidos nas marcas ou obtidos nos locais de medição das borda-livres e o respectivo fator de correção.

Para Tupper (2004), supondo que os calados nas perpendiculares de ré e de vante são HPR e HPV, caso o eixo de rotação do trim fosse na meia-náu, o calado correspondente ao deslocamento seria a média aritmética dos calados. Todavia, o eixo de rotação do trim é o ponto de flutuação, ou seja, é o entro da área de flutuação LCF (ou F), uma vez que, a área de flutuação de popa e de proa não são simétricas, alterando assim, o cálculo do calado na meia-náu ou calado correspondente.

O deslocamento e as demais propriedades hidrostáticas da embarcação, segundo Biran (2003), podem ser obtidas através do calado correspondente do navio. Sabe-se que o trim é a diferença entre os calados nas perpendiculares de ré e de vante da embarcação. A tangente do ângulo da inclinação longitudinal (trim) pode ser definida pela Equação 29. Assim, observando esta equação e a Figura 7, o calado correspondente, pode ser definido pelas Equações 33 e 34, utilizando o valor de LCF com referência na perpendicular de ré.

$$HC = HPR \pm [LCF \times (\tan \theta)] \quad (33)$$

$$HC = HPV \pm [LCF \times (\tan \theta)] \quad (34)$$

Para Lewis et al. (1988), o tosamento ou alquebramento da embarcação influencia na leitura dos calados, causando uma deflexão, a qual é considerada a diferença entre o calado na seção de meio-navio e o calado médio, que por sua vez, é calculado por meio da média aritmética dos calados nas perpendiculares de vante e de ré.

De acordo com a Marinha do Brasil (2005), o cálculo do calado correspondente é mais complexo, pois, deve ser incluído uma correção para a deflexão do navio. Logo, calcula-se o calado corrigido para a deflexão por meio da Equação 35.

$$H_{\text{Corr}} = \frac{HPR + 6.HMN + HPV}{8} \quad (35)$$

Onde:

- ✓ H_{Corr} = Calado Corrigido;
- ✓ HPR = Calado na Perpendicular de Ré;
- ✓ HPM = Calado na Meia-Náu;
- ✓ HPV = Calado na Perpendicular de Vante.

Com o calado corrigido para a deflexão definida, obtém-se, na tabela hidrostática, o respectivo valor de LCF. Em seguida, calcula-se o fator de correção do calado através da Equação 36 e o Calado Correspondente da embarcação por meio da Equação 37, conforme o

procedimento estabelecido por Biran (2003). Todavia, neste caso, o LCF terá referência na meia-náu.

$$\text{Fator de Correção} = \text{LCF} \times (\tan \theta) \quad (36)$$

$$\text{HC} = \frac{\text{HPR} + 6.\text{HMN} + \text{HPV}}{8} + \text{LCF} \times (\tan \theta) \quad (37)$$

2.2.2.2 Determinação das Propriedades Hidrostáticas a partir dos Calados

Segundo Lewis et al. (1988), as propriedades hidrostáticas, bem como a posição do centro de gravidade da embarcação podem ser determinadas utilizando os calados de duas formas, utilizando as curvas hidrostáticas para pequenos ângulos de inclinação, ou seja, para trim moderado; ou as Curvas de Bonjean, quando a embarcação apresentar elevado trim e, portanto, elevada inclinação longitudinal.

O cálculo das propriedades hidrostáticas da embarcação, através dos calados, pode ser realizado por meio da utilização das Curvas de Bonjean ou das Curvas Hidrostáticas. Para a utilização das Curvas ou Tabelas Hidrostáticas, o trim da embarcação não deve ser superior a 1% do comprimento entre perpendiculares (LPP). Caso o compasso da embarcação seja superior a 1% do LPP, as Curvas de Bonjean deverão ser utilizadas para determinação das propriedades hidrostáticas (MARINHA DO BRASIL, 2005).

De acordo com Tupper (2004), ao utilizar as curvas hidrostáticas para a determinação das propriedades, deve-se inserir o calado correspondente da embarcação, para obter as respectivas propriedades hidrostáticas para a condição de flutuabilidade.

Ao utilizar as Curvas de Bonjean para determinação das propriedades hidrostáticas, primeiramente, deve-se traçar a linha d'água da embarcação da perpendicular de ré até a perpendicular de vante, a partir dos valores de calado. Com a linha d'água definida, deve-se verificar as seguintes informações no plano de linhas do navio: posição longitudinal das balizas; área submersa de cada baliza; altura do centróide da Área Submersa de cada baliza; e largura da baliza na linha d'água. A partir destas informações, utilizam-se métodos computacionais ou métodos de integração numérica para determinar os valores das propriedades hdrostáticas (LEWIS ET AL., 1988).

2.2.2.3 Determinação dos Calados a partir do Deslocamento e Posição Longitudinal do Centro de Gravidade

A determinação dos calados a partir do deslocamento e da posição longitudinal do centro de gravidade da embarcação pode ser realizada de duas formas, dependendo do trim

apresentado pela embarcação. Caso o trim seja baixo ou moderado, pode-se utilizar as curvas hidrostáticas para cálculo, todavia, caso o trim seja elevado, este procedimento não é mais aceitável, devendo ser utilizadas as Curvas de Bonjean (TUPPER, 2004).

O cálculo dos calados a vante e a ré, utilizando as curvas ou tabelas hidrostáticas, inicia com a determinação do calado correspondente a partir do deslocamento da embarcação. Em seguida, utiliza-se o calado correspondente para aferir os valores de LCB, LCF e MTC (LEWIS ET AL., 1988).

Ainda segundo Lewis et al. (1988), sabendo que a posição longitudinal do centro de gravidade (LCG) é diferente da posição longitudinal do centro de carena (LCB), é gerado um braço de trim devido esta diferença, o qual gera um momento de trim M_T equivalente, podendo ser calculado pela Equação 38. O valor de trim, em centímetros, é determinado pela divisão entre o momento de trim M_T gerado pelo braço de trim e o momento para trimar um centímetro calculado anteriormente pela Equação 20, explicitada na Equação 39.

$$M_T = \Delta \times B_T \quad (38)$$

$$M_T = \Delta \times (LCG - LCB) \quad (38)$$

$$t = \frac{M_T}{MTC} \quad (39)$$

$$t = \frac{\Delta \times (LCG - LCB)}{MTC} \quad (39)$$

Onde:

- ✓ M_T = Momento de Trim (t.m);
- ✓ B_T = Braço de de Trim (m);
- ✓ Δ = Deslocamento da embarcação (t);
- ✓ MTC = Momento para trimar um centímetro (t.m/cm);
- ✓ t = Trim da embarcação (m).

O valor de trim calculado pela Equação 39, corresponde à diferença entre os calados nas perpendiculares a ré e a vante da embarcação, equidistantes a partir da meia-náu. O trim será positivo, ou seja, trim de popa se o LCG estiver mais a ré do que o LCB. Todavia, caso o LCG estiver mais a vante do que o LCB, o trim será de proa, ou seja, trim negativo (BARRASS e DERRETT, 2006).

A tangente do ângulo de trim (Θ) é determinada pela divisão entre o trim e o comprimento entre perpendiculares da embarcação (LPP), conforme aponta a Equação 40. Já o ângulo do trim é obtido pelo arcotangente do resultado, conforme a seguir (BIRAN, 2003).

$$\tan \theta = \frac{t}{LPP} \quad (40)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{t}{LPP} \right) \quad (40)$$

Os calados nas perpendiculares de ré (HPR) e de vante (HPV) do navio, de acordo com Lewis et al. (1988), são calculados, respectivamente, conforme as Equações 33 e 34 mencionadas anteriormente, utilizando como base o calado correspondente (HC) ao deslocamento do navio obtido pela tabela hidrostática, entretanto utilizando como referência longitudinal para o LCF, a meia-náu.

$$HPR = HC \pm \left[\left(\frac{t}{LPP} \right) \times \left(\frac{LPP}{2} + LCF \right) \right] \quad (33)$$

$$HPR = HC \pm \left[(\tan \theta) \times \left(\frac{LPP}{2} + LCF \right) \right] \quad (33)$$

$$HPV = HC \pm \left[\left(\frac{t}{LPP} \right) \times \left(\frac{LPP}{2} + LCF \right) \right] \quad (34)$$

$$HPV = HC \pm \left[(\tan \theta) \times \left(\frac{LPP}{2} + LCF \right) \right] \quad (34)$$

Importante ressaltar que o sinal de adição ou subtração após o calado correspondente (HC), pode inverter-se nas equações 33 e 34, pois a adição ou subtração depende do tipo de trim apresentado pela embarcação, podendo ser trim de proa ou de popa (MARINHA DO BRASIL, 2005).

O método apresentado acima utiliza as curvas hidrostáticas para determinação das propriedades hidrostáticas, além de duas aproximações, pois adota-se que a linha d'água da embarcação trimada passa pelo ponto do LCF e que o momento para trimar um centímetro MTC não altera conforme a inclinação da embarcação. Ademais, considera-se a embarcação com pequeno trim. Todavia, caso o trim da embarcação seja superior a 1/150 do comprimento do navio ou com o trim haja uma mudança brusca no corpo do navio, devem ser usadas as Curvas de Bonjean e métodos computacionais para a determinação dos calados nas perpendiculares, bem como, as propriedades hidrostáticas da embarcação, conforme mencionado no item 2.2.2.2 (LEWIS ET AL., 1988).

2.2.3 Teoria e Cálculo do Efeito de Superfície Livre

Lewis et al. (1988) definem que o movimento do líquido no interior de um tanque parcialmente cheio reduz a estabilidade da embarcação, pois, com a inclinação do navio, o centro de gravidade do líquido desloca-se horizontalmente na direção de Z, reduzindo o braço de endireitamento GZ. O novo valor do braço de endireitamento é equivalente a um valor de KG mais elevado, ou seja, há uma subida virtual do centro de gravidade.

Líquidos com superfície livre são um tipo muito comum de movimento durante o carregamento. As embarcações propelidas precisam de tanques de combustível, óleo lubrificante, água doce, dentre outros, assim como, a carga transportada pode ser líquida. Desta maneira, os tanques ocupam grande parte da embarcação, não sendo totalmente preenchidos até o topo, uma vez que, os líquidos necessitam de espaço para expansão térmica, de acordo com seu coeficiente de expansão e ocupação. Desta forma, a maioria das embarcações estão sujeitas ao efeito de superfície livre dos tanques, podendo colocar em perigo a estabilidade da embarcação (BIRAN, 2003).

O navio em serviço, de acordo com Tupper (2004), possui os tanques parcialmente preenchidos de líquido, sendo utilizados para operação (água e combustível) ou sendo tanques de carga. Quando o navio sofre uma pequena inclinação, a superfície do líquido também inclina, para permanecer na mesma linha horizontal que o nível da água em que o navio flutua. Considerando um movimento quasi-estático, admite-se nula a inclinação do líquido, entretanto para movimentos de Roll acentuados não se pode desprezar a inclinação do líquido. Tendo em vista que ao inclinar, o líquido não intersecta no fundo e no teto do tanque, o volume da cunha pode ser calculado pela Equação 41.

$$V_{Cunha} = \int \frac{1}{2} y^2 \varphi dx \quad (41)$$

De acordo com Tupper (2004), o formato da cunha de líquido deslocado é triangular. Desta forma, pode-se calcular o segundo Momento de Área do líquido ou da superfície livre conforme Equação 42 e o respectivo momento de massa movida, adotando ρ como densidade do líquido no tanque segundo a Equação 43.

$$\int \frac{1}{2} y^2 \varphi dx \times \frac{4y}{3} = \varphi \int \frac{2}{3} y^3 dx = \varphi I_1 \quad (42)$$

$$M_{SL} = \rho_f \varphi I_1 \quad (43)$$

Onde:

- ✓ y = Largura do Tanque (m);
- ✓ φ = Ângulo de inclinação da cunha;
- ✓ I_1 = Segundo Momento de Área do líquido ou da Superfície Livre (m⁴);
- ✓ ρ_f = Densidade do Líquido do tanque (t/m³);
- ✓ M_{SL} = Momento devido ao efeito de superfície livre (t.m).

Ainda segundo Tupper (2004), a posição vertical do centro de gravidade mover-se-à, horizontalmente, de G para G_1 , em decorrência da movimentação horizontal de pesos. Neste caso específico, movimentação do peso de líquido no interior dos tanques. O deslocamento do centro de gravidade GG_1 é calculado pela Equação 44, sabendo que V_1 é o volume de líquido

movimentado, ∇ é o deslocamento da embarcação e ρ é a densidade da água em que a embarcação flutua.

$$GG_1 = \frac{\rho_f \varphi \nabla_1}{\rho \nabla} \quad (44)$$

Tupper (2004) afirma que o efeito do movimento transversal do centro de gravidade reduz o valor do braço de endireitamento GZ , em montante igual a GG_1 , conforme pode ser visto na Figura 9. Desta maneira, há uma redução efetiva de estabilidade da embarcação. Tendo como base que $GZ = GM \times \sin\varphi$ (para pequenos ângulos de inclinação), o deslocamento GG_1 é equivalente à subida virtual do KG (ou o deslocamento de G para G_2) na linha de centro, ou seja, $GG_1 = GG_2 \tan\varphi$.

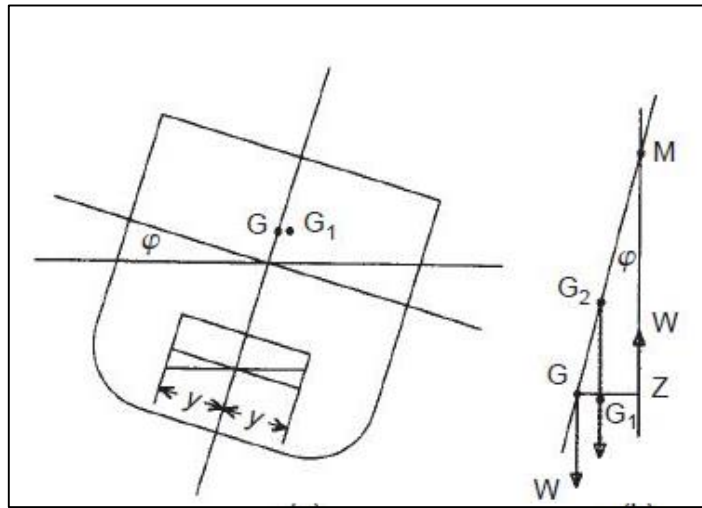


Figura 9. Representação da subida virtual do KG , devido o efeito de superfície livre. Fonte: Tupper (2004).

Desta maneira, a subida virtual do KG e, conseqüentemente, perda de GM , igual a GG_2 , em decorrência da movimentação transversal de líquidos, ou melhor, devido o efeito de superfície livre dos tanques, pode ser calculada pela Equação 45 (TUPPER, 2004).

$$GG_2 = \frac{\rho_f I_1}{\rho \nabla} \quad (45)$$

O efeito de superfície livre reduz a altura metacêntrica efetiva de GM para G_vM . O deslocamento GG_v é considerado como a subida virtual do centro de gravidade, correspondendo assim a uma perda de estabilidade da embarcação. Caso o efeito de superfície livre seja gerado em uma embarcação com altura metacêntrica baixa, o efeito da subida virtual do KG pode gerar uma altura metacêntrica (GM) negativa (BARRASS e DERRETT, 2006).

É importante ressaltar, segundo Biran (2003), os seguintes aspectos referentes à perda da estabilidade transversal da embarcação devido o efeito da superfície livre dos tanques da embarcação:

- ✓ A massa do líquido não desempenha nenhum papel sobre o efeito de superfície livre, apenas a densidade do fluido e o momento de inércia da superfície livre do tanque;
- ✓ O efeito independe do posicionamento do tanque.

De acordo com Biran (2003), em geral, as embarcações apresentam diversos tanques a bordo, contendo diversos tipos de líquidos. A redução da estabilidade final, causada pelo efeito de superfície livre geral combinado de todos os tanques, pode ser calculado segundo a Equação 46, onde n é o número total de tanques.

$$GM_{eff} = GM - \frac{\sum_{K=1}^N \rho_K I_K}{\rho \nabla} \quad (46)$$

Em muitos casos, a superfície do líquido no tanque não é livre para se movimentar, como pode ser visto na Figura 10. Nos casos em que a superfície intersecta a parte superior ou inferior do tanque, ou quando o ângulo de inclinação é bastante elevado e a forma da superfície livre do tanque é modificada, deve-se utilizar uma formulação diferente da apresentada anteriormente. Nestes casos, deve-se determinar a trajetória exata do centro de gravidade do líquido no tanque, conforme aponta a Figura 11 (BIRAN, 2003).

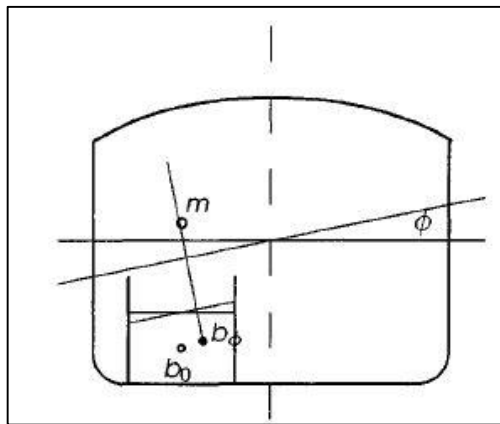


Figura 10. Deslocamento do centro de gravidade do tanque com superfície livre. Fonte: Biran (2003).

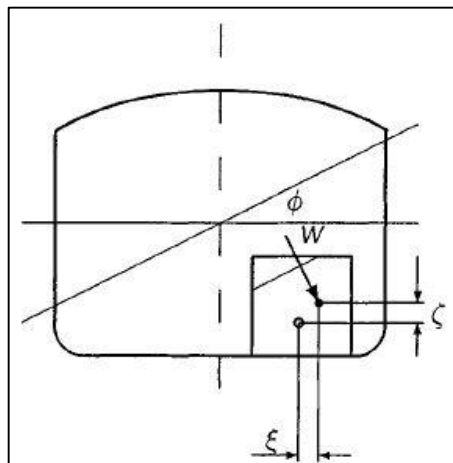


Figura 11. Deslocamento do centro de gravidade do tanque sem superfície livre. Fonte: Biran (2003).

Ainda segundo Biran (2003), o momento resultante causado pela inclinação do líquido e deslocamento do centro de gravidade é calculado pela Equação 47, onde ξ é o deslocamento horizontal, C é o deslocamento vertical do centro de gravidade e W é a massa de líquido deslocada. Considerando para este caso, a superfície do tanque não livre.

$$M_L = W(\xi \cos \varphi + C \sin \varphi) \quad (47)$$

O efeito de superfície livre pode colocar a embarcação em perigo, devido à perda da estabilidade transversal, causada pela redução da altura metacêntrica, e até mesmo levar a uma altura metacêntrica negativa e a um naufrágio, logo, é importante reduzir a presença deste efeito nas embarcações. A forma mais usual para reduzir este efeito é subdividir os tanques e compartimentos com anteparas longitudinais, diminuindo a superfície livre dos tanques. A Figura 12 ilustra a seção transversal de um petroleiro com seus tanques subdivididos longitudinalmente. É importante ressaltar, que anteparas transversais não reduzem o efeito de superfície livre dos tanques (BIRAN, 2003).

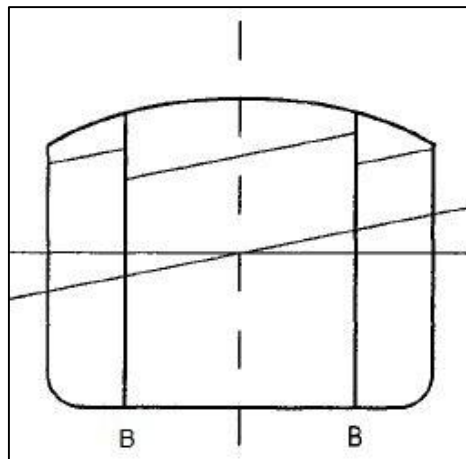


Figura 12. Seção transversal de um petroleiro com a subdivisão dos tanques. Fonte: Biran (2003).

2.2.4 Cálculo da Posição Longitudinal do Centro de Gravidade

De acordo com Lewis et al. (1988), o valor da posição Longitudinal do Centro de Gravidade (LCG) pode ser definida por meio da definição dos calados a ré e a vante da embarcação. A partir dos valores de calados nas perpendiculares, define-se o calado correspondente e o trim do navio. A partir dessas informações podem-se obter as características hidrostáticas pelas curvas para a condição de flutuação e utiliza-se a Equação 38, exposta anteriormente, para o cálculo do LCG. Ressalta-se que esta formulação é apenas para baixos valores de trim.

$$LCG = \left[LCB \pm \frac{(100 \times MTC \times t)}{\Delta} \right] \quad (38)$$

Segundo as NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA EMBARCAÇÕES EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO INTERIOR (NORMAM 02/DPC) elaboradas pela Marinha do Brasil (2005), o cálculo do LCG utilizando as curvas hidrostáticas e a Equação 38 somente pode ser realizado para valores de Trim inferiores a 1% do LPP da embarcação.

Em casos de valores de trim superiores a 1% do LPP, devem ser utilizadas as Curvas de Bonjean do navio para obtenção das propriedades hidrostáticas e, conseqüentemente, cálculo do LCG (Posição Longitudinal do Centro de Gravidade). O LCG nestas condições deve ser determinado por meio da Equação 48 (MARINHA DO BRASIL, 2005).

$$LCG = LCB - \left[\frac{(KG - KB) \times t}{LPP} \right] \quad (48)$$

Onde:

- ✓ t = Trim da embarcação na condição de prova (m);
- ✓ KB = Posição Vertical do Centro de Carena (m);
- ✓ KG = Posição Vertical do Centro de Gravidade da Embarcação;
- ✓ LPP = Comprimento entre perpendiculares (m);
- ✓ LCB = Posição Longitudinal do Centro de Carena (m).

2.3 ASPECTOS NORMATIVOS

2.3.1 Incidência das Normas Brasileiras – NORMAM/DPC

Segundo a Marinha do Brasil (2005), as embarcações de passageiros com Arqueação Bruta superior 20 AB e demais embarcações com AB superior a 50, para a emissão da Licença de Construção, documento obrigatório para a inscrição na autoridade marítima, devem apresentar obrigatoriamente o Relatório da Prova de Inclinação, dentre outros documentos. Assim, para a emissão deste relatório, deve-se executar o teste de inclinação nas embarcações.

O procedimento de concessão da licença de alteração, no caso de a embarcação ter sido alterada ou reconstruída, também inclui a execução do teste de inclinação. Conforme a Marinha do Brasil (2005), para a emissão da licença de alteração, documento obrigatório para embarcação retornar a operação, a embarcação deve possuir o novo Relatório da Prova de Inclinação, com os novos valores de KG, LCG e peso leve.

A realização do teste de inclinação da embarcação é dispensável apenas em 02 casos, sendo: para embarcações sem propulsão, que não apresentem edificações acima do convés principal, para isso o KG deve ser igual a 65% do pontal moldado da embarcação; e para série de embarcações com AB superior ou igual a 300 AB, na qual o teste de inclinação deve ser

executado em um navio para cada grupo de 04 embarcações iguais, sem que haja variação igual a 1% do peso leve (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Tendo em vista o exposto acima e referenciado pelas Normas da Marinha do Brasil (2005), a embarcação não entra em tráfego ou não retorna à operação (caso tenha sido alterada), sem que seja realizada a prova de inclinação, com a respectiva emissão do relatório.

O procedimento de execução do teste de inclinação e o modelo de relatório para apresentação dos dados, cálculos e resultados contidos nas NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA EMBARCAÇÕES EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO INTERIOR (NORMAM 02/DPC) e nas NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA EMBARCAÇÕES EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO EM MAR ABERTO (NORMAM 01/DPC) da Marinha do Brasil (2005) foram utilizados para desenvolver a metodologia de execução do teste de inclinação e o modelo de relatório do teste de inclinação utilizando a nova metodologia de verificação do ângulo de inclinação, conforme pode ser observado no Capítulo 3 de Materiais e Métodos.

2.3.2 Aplicação de Regulamentos Internacionais

A prova de inclinação de uma embarcação pode ser dispensada no Reino Unido, desde que o navio pertença a um grupo de embarcações irmãs (série de embarcações). Ademais, o vistoriador deve atestar que as embarcações irmãs apresentam as mesmas características em todos os aspectos e deve-se realizar a medição do deslocamento leve para as embarcações subsequentes (MARITIME AND COASTGUARD AGENCY, 2014).

No caso de embarcações que saíram de tráfego, foram alteradas ou não foram construídas no Reino Unido, para o navio entrar em operação e ser inscrito na Autoridade Marítima, deve ser realizada a prova de inclinação e emissão do respectivo relatório, a menos que a embarcação já possua o relatório, assinado por engenheiro naval e atestado por uma sociedade classificadora internacional (IACS), bem como, o vistoriador deve atestar que as informações presentes no relatório condizem com a realidade da embarcação (MARITIME AND COASTGUARD AGENCY, 2014).

De acordo com a International Maritime Organization (2009), por meio do regulamento SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea), todo navio de passageiros, independente do tamanho, e toda embarcação de carga com comprimento (L) igual ou superior a 24 m, deverá ser submetida ao teste de inclinação para obtenção dos elementos da estabilidade da embarcação, na ocasião do término da construção.

A dispensa da prova de inclinação, pode ser concedida pela Convenção, para um determinado navio de carga, desde que os dados básicos de estabilidade obtidos no teste de inclinação de um navio da mesma série estejam disponíveis e que seja demonstrado que podem ser obtidas informações confiáveis sobre a estabilidade para o navio que foi dispensado. Ademais, deverá ser realizada uma vistoria para medição de pesos por ocasião do término da construção, e o navio deverá ser inclinado sempre que, comparando com os dados obtidos do navio da mesma série, for encontrada uma divergência no deslocamento do navio leve superior a 1% para navios de 160 m ou mais de comprimento e superior a 2% para navios de 50 m de comprimento ou menos, como determinado através de uma interpolação linear para comprimentos intermediários, ou uma divergência do LCG para navio leve superior a 0,5% de LS (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2009).

Outro caso de dispensa do teste de inclinação, ocorre quando a Convenção avalia um determinado navio ou uma determinada classe de navios especialmente projetados para o transporte de líquidos ou de minério a granel. Neste caso, realiza-se uma consulta aos dados básicos existentes, referentes a navios semelhantes, a qual indica claramente que devido às proporções e aos arranjos do navio, haverá uma altura metacêntrica mais do que suficiente disponível em todas as condições de carregamento prováveis (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2009).

A International Maritime Organization (2009), por meio do regulamento SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea), determina que a intervalos periódicos, não superiores a cinco anos, deverá ser feita uma vistoria com o navio na condição leve, em todos os navios de passageiros, para verificar quaisquer alterações ocorridas no deslocamento leve de navio e no centro de gravidade longitudinal. O navio deverá ser inclinado novamente sempre que, em comparação com as informações relativas à estabilidade aprovada, for encontrada uma divergência no deslocamento leve excedente a 2%, ou uma divergência no centro de gravidade longitudinal excedente a 1% do LS.

De forma geral, o Regulamento SOLAS da International Maritime Organization (2009), determina que, quando forem realizadas quaisquer alterações num navio de modo a afetar substancialmente as informações relativas à sua estabilidade, o navio deverá ser inclinado novamente, devendo ser executado o novo teste de inclinação, para obtenção de dados atualizados referentes à estabilidade, conforme mencionado acima.

O teste de estabilidade, de uma forma geral, é subdividido em duas partes: a determinação do peso leve e LCG leve; e o experimento de inclinação para definir o KG leve. Todas as embarcações de passageiros e na maioria das embarcações de carga, após a finalização

da construção, obrigatoriamente, deve ser executado o experimento de inclinação, sendo realizado em regiões de águas calmas e na costa (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

2.3.3 Abordagem das Regras de Sociedades Classificadoras

O teste de inclinação da embarcação é realizado para determinar as características da embarcação na condição leve, como peso leve, e posição vertical e longitudinal do centro de gravidade. Com a aprovação do procedimento, previamente, elaborado e encaminhado para a Sociedade Classificadora, a execução do teste é conduzida. Ao final, com a aprovação do teste e dos resultados da embarcação leve, não se considera as condições de carregamento aprovadas. A aprovação do porte bruto do navio ocorre apenas com a aprovação do estudo de estabilidade final (DET NORSKE VERITAS, 1990).

A dispensa da realização da prova de inclinação para a Det Norske Veritas (1990) é fornecida apenas para embarcações em série, que obtenham resultados confiáveis do teste de inclinação da primeira embarcação, e que não possuem alteração superior a 0,5% do peso leve para as embarcações irmãs; ou para embarcações que possuem elevada margem de estabilidade no estudo, como embarcações tanques e de carga a granel.

Com base no livro de regras da sociedade classificadora, a Det Norske Veritas (1990) exige a realização da prova de inclinação para todas as embarcações classificadas, na ocasião da finalização da construção ou da realização de alterações a bordo.

O ensaio de inclinação é realizado para determinar o peso e a posição vertical, longitudinal e transversal do centro de gravidade da embarcação na condição leve. A condição de navio leve compreende a embarcação completamente construída e com todos os itens de projeto a bordo. Todavia, sem considerar os consumíveis, pessoas, cargas e etc., ou seja, sem o peso operacional e o peso de carga (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

De acordo com a Germanischer Lloyd (2011), um procedimento preciso com acurácia na medição dos calados, ângulos de inclinação e outros, são de elevada importância, uma vez que, estes dados são relevantes para toda vida útil da embarcação, assim, qualquer imprecisão nas medidas deve ser evitada.

Os testes de inclinação e as medições de peso leve devem seguir os parâmetros definidos, o procedimento estipulado e todos os requisitos presentes nas normas da International Maritime Organization (IMO) e da International Association of Classification Societies (IACS) (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

O objetivo do teste é definir o peso leve e as coordenadas do centro de gravidade, o procedimento de execução elaborado pela IACS é uma recomendação, todavia as sociedades classificadoras são autorizadas a elaborar requisitos alternativos equivalentes. Outras modificações podem ser solicitadas pelas autoridades nacionais dependendo da bandeira do navio (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

2.4 INCLINÔMETRO – CONCEITOS GERAIS

O inclinômetro, também conhecido como medidor de inclinação ou apenas clinômetro, é um instrumento utilizado para medir a inclinação angular. Este instrumento é utilizado em estruturas metálicas, em elementos mecânicos, em estruturas de concreto, ligados a uma barragem ou até mesmo para medir a inclinação do solo (enterrado no subterrâneo). A utilização do inclinômetro data em torno de meio século, apresentando diversas tecnologias de funcionamento (SWARTZ, HOOGERVORST & LANE, 1985).

De acordo com Briney, Heidel & Swartz (1986), o inclinômetro é um dispositivo usado para aferir um ângulo de um ponto, como uma estrela, ou para controlar a inclinação de um edifício, navio ou carro. Estes dispositivos são utilizados para a medição de ângulos verticais e horizontais. Diferentes tecnologias podem ser utilizadas dentro de um inclinômetro, partindo de modelos eletrônicos a dispositivos manuais com ar e de pêndulo.

O modelo de inclinômetro mais antigo é o manual, especificamente o de nível. Este dispositivo possui um tubo de vidro com um líquido e uma bolha de ar no interior. Enquanto o instrumento se move, a bolha permanece nivelada. Sua posição mostra o ângulo de inclinação em uma escala (SWARTZ, HOOGERVORST & LANE, 1985).

Segundo Arms & Townsend (2005), outro inclinômetro manual bastante utilizado, inclusive na construção naval, é o modelo de oscilação, podendo ser aplicado o pêndulo ou tubo “U”. No caso da utilização do pêndulo, o peso é colocado sobre uma haste (ou fio), possuindo liberdade para oscilar. Não importa a orientação, o peso é mantido para baixo pela gravidade, enquanto a escala se move, utilizada como guia. O valor indicado pela haste é o ângulo de diferença, medido em graus. O Tipo tubo “U” consiste em um tubo preenchido de líquido e preso na embarcação, conforme a embarcação inclina, há a mudança do nível da água nas duas partes verticais do tubo, enquanto uma desce a outra sobre, este desnível é utilizado para determinar a inclinação da estrutura.

A Figura 13 ilustra o inclinômetro de nível, utilizando bolhas de ar. Já na Figura 14, pode-se observar a representação do inclinômetro de oscilação modelo de Pêndulo utilizado para determinar a inclinação de embarcações durante o teste de inclinação.



Figura 13. Inclinômetro manual de nível, utilizando bolha de ar. Fonte: Level Developments (2017).

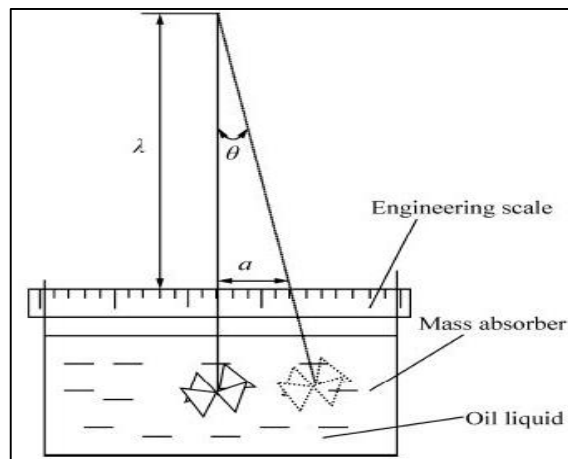


Figura 14. Representação do inclinômetro de oscilação, modelo pêndulo utilizado em embarcações. Fonte: Djebli et al. (2015).

De uma forma geral, o inclinômetro pode medir ângulos horizontais e verticais, sendo aplicados em barcos, aviões, carros, satélites. Geralmente, os inclinômetros apresentam apenas uma aplicação, ou seja, medem a inclinação em apenas um eixo. Todavia, os inclinômetros digitais podem medir a inclinação nos dois eixos, com uma precisão bastante elevada (RICHTER & SVENSSON, 2005).

Modelos mais avançados de inclinômetros, capazes de medir ângulos com elevado grau de precisão, utilizam um giroscópio interno para medir a direção da força da gravidade. O giroscópio permanece em uma posição, não importa a orientação. Quando colocado em um objeto sólido, o inclinômetro compara o ângulo do objeto com o giroscópio e exibe o resultado em um visor eletrônico (ARMS & TOWNSEND, 2005).

Para Briney, Heidel & Swartz (1986), o inclinômetro de Mercúrio funciona de forma semelhante ao giroscópio. Em vez de um giroscópio, no entanto, mercúrio líquido é usado.

Quando o dispositivo é operado, o mercúrio líquido permanece nivelado, assim como a água em um copo fica nivelada quando o copo é inclinado. Já que o mercúrio conduz eletricidade, os contatos podem detectar o ângulo do dispositivo em comparação ao nível do líquido. O resultado é exibido em um visor.

Na Figura 15, pode-se visualizar o inclinômetro com sistema de giroscópio, apresentando informações de inclinação nos dois eixos, longitudinal (Pitching) e transversal (Rolling).



Figura 15. Inclinômetro com sensores de giroscópio. Fonte: Level Developments (2017).

Para Swartz, Hoogervorst & Lane (1985), os inclinômetros manuais são relativamente imprecisos, devido à falta de calibração angular precisa e em decorrência da necessidade de interpretação visual dos resultados, ou seja, o observador irá visualizar o resultado do ângulo de inclinação, utilizando uma fita métrica para o tubo “U”, uma escala de valores para o pêndulo e para a bolha, dentre outros. Assim, é clara a influência da interpretação do observador nos resultados, a qual pode variar de um observador para o outro, e durante um período de tempo.

Nas últimas décadas, novas tecnologias de detecção eletrônica foram descobertas e tornaram-se disponíveis no mercado, elevando a precisão dos inclinômetros. Ademais, a tecnologia anterior não previa estabelecer linhas de referência arbitrárias ou pontos “zero” da qual o ângulo seria medido, desta maneira, a linha de referência era sempre a vertical definida pela direção da gravidade (RICHTER & SVENSSON, 2005).

Os mais simples inclinômetros digitais (ou níveis eletrônicos), em geral, tentam aplicar um circuito elétrico a um dispositivo conhecido, como um nível de “bolha”, a partir daí fornece diretamente uma leitura da orientação do nível. Os inclinômetros combinados tendem a ser maiores, mais robustos e mais pesados. Em geral, estes inclinômetros são difíceis de fabricar devido a restrições de alinhamento e tolerâncias necessárias para posicionar com precisão o dispositivo de detecção na caixa. Erros na fabricação do dispositivo de detecção e na montagem

do dispositivo na caixa só podem ser corrigidos através do descarte do sensor defeituoso e, conseqüentemente, na fabricação de um novo inclinômetro (NAGLE & BUTLER, 1994).

Para Richter & Svensson (2005), com a evolução da tecnologia da detecção de inclinação utilizando recursos eletrônicos, os inclinômetros digitais passaram a medir a inclinação em mais de um eixo, facilitando a medição da inclinação de prédios, carros e outros.

A maioria dos inclinômetros digitais portáteis possuem tecnologia de sensores MEMS (Micro-Electro-Mechanical-Systems), a qual é uma integração de elementos mecânicos, sensores, atuadores e componentes eletrônicos em uma tecnologia de micro fabricação (ARMS & TOWNSEND, 2005).

Um inclinômetro digital que fornece leituras numéricas digitais, possui um sensor de nível sensível à orientação, bem como um display para indicar a inclinação da superfície com alto grau de precisão (SWARTZ, HOOGERVORST & LANE, 1985).

Ainda segundo Swartz, Hoogervorst & Lane (1985), outras características do inclinômetro digital são a alta estabilidade com mudanças na tensão da bateria e temperatura ambiente; um monitor de condição de bateria; ausência de ajustes operacionais após a calibração inicial; e apagamento parcial da tela para alertar o usuário de que o limite de inclinação linear foi alcançado. Outro fator primordial é que a leitura digital direta dos ângulos de inclinação permite a facilidade de operação e um alto grau de precisão e repetibilidade. A Figura 16 expõe o modelo de inclinômetro digital com sensores eletrônicos.



Figura 16. Inclinômetro digital com sensores eletrônicos. Fonte: Level Developments (2017).

Em uma análise simplificada, de acordo com Richter & Svensson (2005), o modelo de inclinômetro mais prático e eficiente é o inclinômetro digital com recursos eletrônicos, haja vista que, possui sistema de sensores eletrônicos para detecção do nível, apresentando assim um elevado grau de precisão dos resultados. Ademais, não apresenta os erros de leitura e medição que os demais métodos manuais dispõem. Desta maneira, apesar do custo um pouco

mais elevado, mesmo que o avanço da tecnologia tenha popularizado este modelo, o inclinômetro digital com recursos eletrônicos é o mais rápido, fácil, preciso e possibilita uma repetibilidade das medições maior.

Para o pleno funcionamento dos inclinômetros digitais, segundo Franklin (1990), é importante garantir a perfeita fixação do equipamento sobre uma superfície plana, sem ondulações e movimentos rotacionais e translacionais durante a inclinação da estrutura.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MÉTODO ALTERNATIVO PARA CÁLCULO DO KG

Com base na problemática e nos objetivos expostos anteriormente no Capítulo 1, elaborou-se um método alternativo para cálculo da posição vertical do centro de gravidade da embarcação leve (KG).

O cálculo do KG durante a prova de inclinação é diretamente relacionado ao cálculo da altura metacêntrica GMt, uma vez que, a posição vertical do metacentro transversal KMT permanece fixa para pequenos ângulos de inclinação, conforme exposto no Capítulo 2 anteriormente, sendo determinada somente com base no respectivo calado da embarcação, haja vista que é uma propriedade puramente hidrostática da forma do casco da embarcação. Desta maneira, a única variável é o valor de GMt, para uma condição de carregamento constante, no caso da prova de inclinação condição leve. A Equação 14 demonstrada anteriormente aponta a relação entre KG, GMt e KMt.

Nesta dissertação, o objeto principal de estudo é a prova de inclinação, onde a altura metacêntrica GMt é calculada conforme Equação 25, possuindo como variável, o peso inclinante movimentado a bordo; a distância de movimentação do peso; o deslocamento da embarcação; e o ângulo de inclinação.

O peso movimentado e a distância de movimentação, bem como, o cálculo do deslocamento da embarcação não serão modificados neste estudo, permanecendo constantes para os três métodos de leitura dos ângulos de inclinação (Tubo “U, Pêndulo e Inclinômetro Digital). Desta maneira, a única variável que será estudada e sofrerá alteração na forma de medição é o ângulo de inclinação.

De acordo com o exposto anteriormente e constatado por meio da bibliografia utilizada, os métodos atuais de medição do ângulo de inclinação, ou seja, os inclinômetros manuais são antiquados, imprecisos, defeituosos e agregam diversos erros de medição e leitura, conforme citado no Capítulo 2. Desta maneira, sugere-se medir os ângulos de inclinação da embarcação durante a prova de inclinação com inclinômetros digitais com sensores eletrônicos, aumentando a precisão dos resultados.

As melhorias, em termos qualitativos, serão abordadas no Capítulo 6 de Resultados, fazendo o paralelo entre os métodos atuais e o novo método de determinação do ângulo de inclinação da embarcação. Já em termos quantitativos, será realizada uma análise estatística dos resultados, a qual melhor será explicitada no decorrer do Capítulo 5.

Resumidamente, o método alternativo para cálculo do KG consiste em um método alternativo para determinação do ângulo de inclinação, o qual será obtido a partir da utilização de inclinômetros digitais com sensores eletrônicos.

A prova de inclinação será executada conforme Procedimento de Execução do Teste de Inclinação a ser descrito na sequência, respeitando as normas e regulamentos nacionais e internacionais vigentes, bem como, as regras das sociedades classificadoras abordadas anteriormente. Durante a execução do teste, os ângulos de inclinação serão lidos por meio dos três métodos, os dois métodos existentes (Pêndulo e Tubo “U”) e o novo método proposto (Inclinômetro digital).

É importante ressaltar que, como as leituras dos ângulos serão realizadas simultaneamente durante o momento da realização da prova de inclinação, isto reduz as variáveis para apenas o ângulo de inclinação, uma vez que o momento inclinante e o deslocamento na condição da embarcação serão constantes e iguais para os três métodos de leitura dos ângulos de inclinação.

Os testes de inclinação, conforme mencionado anteriormente, serão executados utilizando três métodos de medição do ângulo de inclinação diferentes, pêndulo, tubo “U” e inclinômetro digital.

Será realizada, ainda, a verificação de qual método conseguiu manter o teste dentro da faixa de validação dos resultados, ou seja, qual método de leitura do ângulo de inclinação possibilita ao engenheiro responsável monitorar o ângulo para que permaneça dentro da faixa aceitável de 1° a 3° de inclinação, conforme bibliografia utilizada.

Reitera-se que, de acordo, com o estabelecido pela Marinha do Brasil (2005) por meio das Normas da Autoridade Marítima Brasileira, durante a prova de inclinação, devem ser feitas 10 leituras consecutivas do ângulo de inclinação para cada um dos 8 (oito) movimentos do peso inclinante, determinando, posteriormente, o ângulo de inclinante resultante por meio de média aritmética para o respectivo movimento e para o respectivo equipamento, seja ele de vante ou de ré. Haja vista que serão utilizados 2 pêndulos, 2 Tubos “U” e 2 inclinômetros digitais durante a execução da prova de inclinação em cada embarcação.

3.2 MODELO DE RELATÓRIO DO TESTE DE INCLINAÇÃO

3.2.1 Considerações Gerais

A partir da definição do novo método para cálculo do KG, apresentado no item anterior, o qual utilizará inclinômetros digitais com sensores eletrônicos para determinar os ângulos de

inclinação durante a prova de inclinação, foi elaborado um modelo de relatório para apresentação dos cálculos e resultados obtidos do teste de inclinação.

O modelo de relatório elaborado utilizou o padrão estipulado pela Marinha do Brasil (2005) nas Normas da Autoridade Marítima Brasileira, apresentando a mesma sequência de cálculo e apresentação dos resultados, haja vista que, um dos objetivos deste trabalho é tornar o novo método de cálculo do KG aceitável pela autoridade marítima brasileira. Todavia, foram realizadas adaptações no modelo de relatório existente para adequá-lo à utilização de inclinômetros digitais para medir as inclinações. Ademais, foram utilizadas as Normas das Sociedades Classificadoras Germanischer Lloyd (2011), Det Norske Veritas (1990) e da International Association of Classification Societies (2004).

Em contrapartida, para os métodos de cálculo do KG já existentes, utilizando pêndulo e Tubo “U” para determinação do ângulo de inclinação da embarcação serão utilizados os modelos de relatório seguindo o padrão adotado pela Marinha do Brasil.

De toda forma, foram elaborados os três modelos de relatório do teste de inclinação que serão utilizados nas provas, cada um utilizando um método de cálculo do KG diferente, ou seja, cada relatório foi adaptado para um método diferente de determinação da deflexão e/ou inclinação da embarcação.

O modelo de relatório da prova de inclinação utilizando inclinômetros digitais para aferir a inclinação da embarcação, ou seja, o novo relatório contendo o método alternativo de medição do ângulo de inclinação e cálculo do KG está presente no Apêndice I. Quanto aos métodos existentes para determinação do ângulo de inclinação, os Apêndice II e Apêndice III contém os relatórios utilizando Pêndulo e Tubo “U”, respectivamente.

3.2.2 Detalhamento do Relatório da Prova de Inclinação

Conforme determina a International Association of Classification Societies (2004), o relatório da prova de inclinação inicia com a apresentação dos dados gerais da embarcação (nome da embarcação, armador e etc.), das características principais (comprimento, boca, pontal e etc.) e das condições de execução do teste (condição de vento e mar, carregamento, amarração e etc.), contidos nas Tabelas 1.1, 1.2 e 1.3 do Apêndice I respectivamente.

Na sequência, as Tabela 2.1 e 2.2 do Apêndice I, serão utilizadas para determinação do calado da embarcação na condição de prova. Reitera-se que, a segunda tabela citada, somente deverá ser utilizada, quando a leitura dos calados por meio das marcas de calado não for possível. Com o preenchimento das tabelas, será realizada a média aritmética nos valores de

bombordo e boreste, resultando em um valor médio para os calados de ré, meia-náu e vante (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Com os valores de calados nas marcas ou nos locais de medição das borda-livres, será realizada a correção dos valores para as perpendiculares, logo, serão calculados os calados nas perpendiculares, conforme mencionado anteriormente no Capítulo 2, item 2.2.2.1. A determinação do trim da embarcação e da distância entre os locais de medição do calado a vante e a ré (LRV) são realizadas, respectivamente, por meio das Equações 26 e 27 (MARINHA DO BRASIL, 2005).

É importante ressaltar que os valores de LR, LV e TRIM devem respeitar a convenção de sinais, conforme estabelecido pela Marinha do Brasil (2005) por meio das Normas da Autoridade Marítima Brasileira. Esta determinação interfere diretamente no resultado do cálculo e, conseqüentemente, no resultado da prova de inclinação. A convenção de sinais está exposta a seguir:

- ✓ LR = Positivo, caso o local de medição do calado de ré esteja a vante da perpendicular de ré. Negativo, caso contrário.
- ✓ LV = Positivo, caso o local de medição do calado de vante esteja a ré da perpendicular de vante. Negativo, caso contrário.
- ✓ TRIM = Positivo, caso a embarcação apresente trim de popa, ou seja, $TR > TV$. Negativo, caso contrário.

A Figura 8 presente no item 2.2.2.1 do Capítulo 2 apresenta a representação de uma embarcação com o plano da linha de flutuação, para simplificar o entendimento do cálculo da correção dos calados para as perpendiculares e seus coeficientes.

De acordo com a American Society For Testing and Materials (2013), ao determinar os valores de trim e LRV, determina-se a tangente do ângulo de inclinação longitudinal da embarcação pela Equação 28 e os fatores de correção do calado a ré, a meia-náu e a vante que, respectivamente, serão calculados pelas Equações 29, 30 e 31 mencionados no item 2.2.2.1 do Capítulo 2.

Os calados nas perpendiculares são determinados pela soma dos calados obtidos nas marcas ou obtidos nos locais de medição das borda-livres e o respectivo fator de correção. Os valores de calados nas perpendiculares de ré, vante e meia-náu estão presentes na Tabela 2.4 do Apêndice I, já os coeficientes calculados anteriormente estão inseridos na Tabela 2.3 do Apêndice I (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

A Tabela 2.5 do Apêndice I apresenta os valores de densidade da água no local de prova, contendo três valores obtidos de três amostras, a vante, a meia-náu e a ré. Ao final, é realizada

a média aritmética dos valores para obtenção de uma densidade média (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Para a correção da condição de prova da embarcação para a condição de navio leve, uma das etapas realizadas é a sondagem dos tanques. Na Tabela 3 do Apêndice I, será inserido os valores das alturas de sondagem, os volumes de líquido presente nos tanques, as posições verticais e longitudinais do centro de gravidade e a inércia dos tanques, dados, estes, obtidos durante a prova de inclinação (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

Com base na Marinha do Brasil (2005), com os dados de volume, e conhecendo o peso específico do líquido, será calculado o peso total de líquido em cada tanque por meio da Equação 49.

$$\text{Peso} = \text{Volume} \times \text{Peso Específico} \quad (49)$$

A partir da definição do peso de líquido e da posição vertical e longitudinal do centro de gravidade dos tanques, é possível calcular os valores de momento vertical e longitudinal, respectivamente, por meio das Equações 50 e 51 (MARINHA DO BRASIL, 2005).

$$\text{Mom. Vertical} = \text{Peso} \times Z_g \quad (50)$$

$$\text{Mom. Longitudinal} = \text{Peso} \times X_g \quad (51)$$

Onde:

- ✓ Z_g = Posição Vertical do Centro de Gravidade (m);
- ✓ X_g = Posição Longitudinal do Centro de Gravidade (m).

O cálculo da inércia (ou do momento de inércia) dos tanques é de suma importância para a correção da posição vertical do centro de gravidade da embarcação na condição de prova, uma vez que, a partir desta propriedade, pode-se determinar o momento devido o efeito de superfície livre dos tanques. Desta maneira, com o valor do momento calculado, realiza-se a correção da altura vertical do centro de gravidade da embarcação (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

De acordo com Marinha do Brasil (2005), adotando que o formato da superfície livre dos tanques é retangular, a inércia (ou o momento de inércia) destes compartimentos é calculada conforme a Equação 52.

$$I = \frac{B \times H^3}{12} \quad (52)$$

Onde:

- ✓ I = Momento de Inércia do Tanque (m^4);
- ✓ B = Cota longitudinal ou comprimento do Tanque (m);

- ✓ H = Cota Transversal ou largura do tanque (m).

Ainda segundo a Marinha do Brasil (2005), na sequência, para a definição do momento devido o efeito de superfície livre, utiliza-se Equação 53.

$$\text{Mom. Superfície Livre} = I \times \gamma \quad (53)$$

Onde:

- ✓ γ = Peso Específico do líquido;
- ✓ Mom. Superfície Livre = Momento devido o efeito de superfície livre (t.m).

A partir do cálculo das propriedades supracitadas para os respectivos tanques, a Tabela 3 do Apêndice I realizará a somatória dos pesos, momentos verticais, momentos longitudinais e momentos devido o efeito de superfície livre. Com base nos resultados destas somatórias, serão obtidos o peso total de líquido em todos os tanques; a posição vertical e longitudinal do centro de gravidade, calculada utilizando a somatória dos momentos e dos pesos a partir das Equações 50 e 51; e o momento devido o efeito de superfície livre total de todos os tanques (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

A correção dos resultados do teste de inclinação da condição de prova para a condição de navio leve é complementada com a dedução de pesos que estavam a bordo da embarcação durante a execução do teste, todavia não estão presentes no projeto técnico, e com o acréscimo de pesos que porventura deveriam estar na embarcação, porém foram retirados (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

Para executar as duas correções citadas acima, foram elaboradas duas tabelas no relatório, onde a Tabela 4 do Apêndice I lista os pesos a deduzir da condição de prova e a Tabela 5 do Apêndice I apresenta os pesos a acrescentar da condição de prova. Em ambas, são inseridos, para cada item, os valores de peso e da posição vertical e longitudinal do centro de gravidade (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Por meio da utilização das Equações 50 e 51 supracitadas, são calculados, em cada tabela, os valores de momento vertical e longitudinal, respectivamente. A partir destes resultados, calcula-se a somatória de pesos e momentos, obtendo-se, ao final, os valores de peso total a deduzir e a acrescentar; e a posição vertical e longitudinal do centro de gravidade resultante em cada tabela (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

Na sequência do relatório, as Tabelas 6 a 9 do Apêndice I apresentam as leituras dos valores de deflexão e inclinação da embarcação, para cada um dos 8 movimentos dos pesos inclinantes, utilizando o pêndulo, tubo “U” e inclinômetro digital respectivamente. Estes dados

serão coletados durante a execução da prova de inclinação e conforme procedimento de execução do teste (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

Além dos valores das deflexões (inclinações) após cada movimento, as tabelas supracitadas apresentam os valores das medições iniciais, sem a movimentação de pesos, calculando a média aritmética para cada uma das etapas, incluindo a medição inicial. Assim, é possível verificar a diferença entre a deflexão (inclinação inicial) e os valores coletados após cada movimento dos pesos inclinantes. Desta forma, estes resultados são de suma importância para o cálculo da altura metacêntrica e do KG (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

A Tabela 10 do Apêndice I apresenta a identificação, o peso e a localização dos pesos inclinantes, informações coletadas durante a execução da prova. Em seguida, pode-se observar a sequência de movimentação dos pesos, com a indicação dos movimentos e da localização dos pesos inclinantes em cada etapa. Esta tabela é utilizada para orientar o engenheiro responsável durante a execução dos movimentos (DET NORSKE VERITAS, 1990).

Para causar a inclinação na embarcação, possibilitando a verificação dos ângulos, deve-se aplicar o momento inclinante. Para isso, o relatório da prova de inclinação contém uma tabela com o posicionamento transversal de cada peso e as distâncias entre bombordo e boreste, simplificada, esta distância é tratada como o braço do momento, ou seja, a distância entre a posição inicial e a posição final do peso inclinante movimentado (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

Na Tabela 11 do Apêndice I, pode-se verificar os valores de peso, distância entre bombordo e boreste e o posicionamento transversal dos pesos inclinantes, os quais são obtidos conforme o procedimento de execução do teste, antes de iniciar a prova (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

Para a Marinha do Brasil (2005), com a definição do peso inclinante movimentado e da distância entre posições bombordo e boreste, calcula-se o momento transversal para cada movimento, por meio do produto entre o valor do peso movimentado e a distância a qual ele foi deslocado, neste caso a distância entre posições bombordo e boreste. A Equação 54 expressa o cálculo do momento transversal.

$$\text{Momento Transversal} = d \times p \quad (54)$$

Onde:

- ✓ d = Distância entre posições bombordo e boreste (m);
- ✓ p = Peso inclinante movimentado (t).

Ainda segundo a Marinha do Brasil (2005), o cálculo do momento transversal citado acima é realizado para cada movimento separadamente, todavia, o momento inclinante final é a somatória destes momentos transversais a cada movimento. Desta maneira, o momento inclinante de um movimento é igual a somatória do momento transversal do movimento em questão acrescido de todos os momentos transversais dos movimentos anteriores. Por exemplo, o momento inclinante do movimento 2 é a somatória do momento transversal resultante dos movimentos 1 e 2, e assim por diante. Abaixo, observa-se a Equação 55 para o cálculo do momento inclinante.

$$\text{Momento Inclinante} = \sum_{i=1}^n \text{Momento Transversal} \quad (55)$$

Onde:

- ✓ n = Índice do Movimento, de 1 a 8.

As Tabelas 12 e 13 do Apêndice I apresentam informações relativas à sequência da movimentação de pesos líquidos e o cálculo dos momentos inclinantes devido à movimentação dos pesos líquidos. Como neste trabalho serão utilizados pesos sólidos como pesos inclinantes para causar a deflexão na embarcação, estas tabelas não serão utilizadas, sendo não aplicáveis (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Conforme mencionado anteriormente, para a Marinha do Brasil (2005), o cálculo das propriedades hidrostáticas da embarcação na condição de prova será realizado por meio da utilização das Curvas de Bonjean ou das Curvas Hidrostáticas. Para a utilização das Curvas ou Tabelas Hidrostáticas, o trim da embarcação não deve ser superior a 1% do comprimento entre perpendiculares (LPP). Caso o compasso da embarcação seja superior a 1% do LPP, as Curvas de Bonjean deverão ser utilizadas para determinação das propriedades hidrostáticas.

A Tabela 14 do Apêndice I apresenta os dados das balizas da embarcação e as propriedades hidrostáticas calculadas de acordo com as Curvas de Bonjean, conforme determina a American Society For Testing and Materials (2013). Os dados das balizas que são coletados do plano de linhas e das Curvas de Bonjean, e posteriormente, inseridos na tabela, são:

- ✓ Cota Longitudinal da Baliza;
- ✓ Área Submersa de cada baliza;
- ✓ Altura do Centróide da Área Submersa de cada baliza;
- ✓ Boca ou largura da baliza na linha d'água.

O respectivo calado de cada baliza, também, é uma informação presente na tabela supracitada, todavia, os valores serão calculados por meio da Equação 56, levando em consideração a deflexão do casco, segundo a Marinha do Brasil (2005).

$$H = A.x^2 + B.x + C \quad (56)$$

Onde:

- ✓ H = Calado na baliza considerada (m);
- ✓ x = Posição Longitudinal da baliza considerada (m);
- ✓ LPP = Comprimento entre perpendiculares da embarcação (m);
- ✓ A, B e C = Coeficientes.

Ainda de acordo com a Marinha do Brasil (2005), os coeficientes A, B e C da Equação 56 são determinados a partir das seguintes relações: Para $x = 0$, H = calado na perpendicular de ré; Para $x = Lpp/2$, H = calado na seção de meio navio; Para $x = Lpp$, H = calado na perpendicular de vante.

Com a determinação dos calados em cada baliza, bem como, das propriedades das balizas listadas acima por meio das Curvas de Bonjean e do plano de linhas do navio, pode-se realizar o cálculo das propriedades hidrostáticas (MARINHA DO BRASIL, 2005). As propriedades hidrostáticas presentes na Tabela 14 do Apêndice I são:

- ✓ Volume Deslocado (V);
- ✓ Deslocamento (Δ);
- ✓ Posição Longitudinal do Centro de Carena (LCB);
- ✓ Posição Vertical do Centro de Carena (KB);
- ✓ Posição Vertical do Metacentro Transversal (KMT);
- ✓ Posição Longitudinal do Centro de Gravidade (LCG);
- ✓ Fator Casco.

Os valores das propriedades hidrostáticas como volume deslocado, Deslocamento, LCB, KB e KMT serão calculados por meio de integração numérica e a partir dos dados das balizas obtidos anteriormente. Especificamente, serão utilizadas as regras de integração numérica de trapézio e simpson. O Fator Casco é um coeficiente adotado para o cálculo, obtido através da relação entre os volumes deslocado total e do casco. Por fim, o LCG da embarcação na condição de prova, utilizando as Curvas de Bonjean, é calculado a partir da Equação 48 exposta anteriormente (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

O cálculo hidrostático utilizando as curvas hidrostáticas, presente na Tabela 15 do Apêndice I, inicia com a determinação do calado correspondente da embarcação na condição de prova. Na sequência, com o calado determinado, obtém-se os valores das propriedades através da utilização da tabela hidrostática (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

Na tabela citada acima, inicialmente, pode-se observar os valores dos calados nas perpendiculares, calado médio, deflexão e trim. A deflexão é a diferença entre o calado na seção

de meio-navio e o calado médio, que por sua vez, é calculado por meio da média aritmética dos calados nas perpendiculares de vante e de ré (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Na sequência da tabela, pode-se observar os valores de calado corrigido, LCF e fator de correção do calado. A determinação do calado corrigido, de acordo com a Det Norske Veritas (1990) é o primeiro passo para o cálculo do calado correspondente, sendo definido pela Equação 34 conforme mencionado no item 2.2.2.1 do Capítulo 2.

Ainda de acordo com a Det Norske Veritas (1990), com o valor do calado corrigido definido, utiliza-se a tabela hidrostática para obter o respectivo valor da posição longitudinal do centro da área de flutuação (LCF). O fator de correção do calado, item seguinte na tabela, é calculado conforme Equação 35. Por fim, determina-se o Calado Correspondente (HC) da embarcação na condição de prova, de acordo com a Equação 36, ambas as equações também expostas no item 2.2.2.1 do Capítulo 2.

A partir da definição do valor do calado correspondente da embarcação, obtém-se as propriedades hidrostáticas da embarcação na condição de prova por meio da tabela das curvas hidrostáticas (DET NORSKE VERITAS, 1990). As propriedades determinadas, as quais estão contidas na Tabela 15 do Apêndice I, são:

- ✓ Volume Deslocado (V);
- ✓ Deslocamento (Δ);
- ✓ Posição Longitudinal do Centro de Carena (LCB);
- ✓ Posição Vertical do Metacentro Transversal (KMT);
- ✓ Momento para Trimar um centímetro (MTC).

Além das propriedades listadas acima, verifica-se na tabela citada acima, o valor de LCG para a embarcação na condição de prova, a qual é calculada por meio da Equação 38 apresentada anteriormente (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Segundo determina o regulamento da American Society For Testing and Materials (2013), o deslocamento e o momento para trimar um centímetro da embarcação na condição de prova deve ser corrigido para a densidade do local de prova, já obtida anteriormente. O resultado também está presente na Tabela 15 do Apêndice I.

O cálculo da altura metacêntrica (GM) e da posição vertical do centro de gravidade (KG) estão presentes na Tabela 16 do Apêndice I (GERMANISCHER LLOYD, 2011). A tabela apresenta os valores de momento inclinante, deflexão (inclinação), tangente do ângulo de inclinação, tangente média e altura metacêntrica para cada movimento.

Os valores de momento inclinante para cada movimento são originados da Tabela 11 do Apêndice I, conforme citado anteriormente. Quanto ao cálculo das deflexões e tangentes do

ângulo de inclinação, é importante ressaltar que a Tabela 16 do Apêndice I é aplicada para os três diferentes métodos de medição do ângulo de inclinação e de cálculo do KG, como pêndulo, tubo “U” e inclinômetro. Em ambos os métodos, são utilizados dois equipamentos, um a ré e outro a vante, portanto, tem-se dois resultados de deflexão (inclinação) e tangentes do ângulo de inclinação para cada movimento (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Reitera-se ainda, que a Tabela 16 do Apêndice I apresenta apenas os valores de inclinação referentes ao Inclinômetro digital, a Tabela 16 do Apêndice II aponta somente os resultados das medições dos ângulos de inclinação utilizando o pêndulo, e a Tabela 16 do Apêndice III apresenta apenas os resultados dos ângulos de inclinação medidos com Tubo “U”.

No método do Pêndulo, de acordo com International Association of Classification Societies (2004), insere-se os valores das deflexões a ré e a vante obtidas na Tabela 6 do Apêndice II para cada movimento, bem como, o comprimento do pêndulo utilizado. Com estes valores, calcula-se a tangente do ângulo de inclinação a ré e a vante para cada movimento, a partir da Equação 57.

$$\tan \varnothing = \frac{D}{L} \quad (57)$$

Onde:

- ✓ \varnothing = Ângulo de Inclinação da embarcação;
- ✓ D = Deflexão da embarcação obtida pelo Pêndulo;
- ✓ L = Comprimento do Pêndulo.

No método do Tubo “U”, segundo a Marinha do Brasil (2005), para obter as deflexões totais a ré e a vante, deve-se realizar a soma simples dos valores de desníveis obtidos a bombordo e a boreste nas Tabelas 7 e 8 do Apêndice III respectivamente, para cada movimento. Com estes resultados definidos, bem como, da distância entre as partes verticais, calcula-se a tangente do ângulo de inclinação a ré e a vante para cada movimento, a partir da Equação 58.

$$\tan \varnothing = \frac{y}{x} = \frac{(L1-L2)+(L4-L3)}{x} \quad (58)$$

Onde:

- ✓ \varnothing = Ângulo de Inclinação da embarcação;
- ✓ y = Deflexão da embarcação obtida pelo Tubo “U”;
- ✓ x = Distância entre as partes Verticais;
- ✓ L1 = Nível do fluido inicial a bombordo;
- ✓ L2 = Nível do fluido final a bombordo;
- ✓ L3 = Nível do fluido inicial a boreste;

- ✓ L4 = Nível do fluido final a boreste.

Já para o método do inclinômetro, insere-se os valores dos ângulos de inclinação para cada movimento, os quais já foram determinados e estão presentes na Tabela 9 do Apêndice I. Desta maneira, os valores de tangente do ângulo de inclinação a ré e a a vante, para cada movimento, são calculados a partir do ângulo de inclinação já definido.

Em ambos os métodos, após determinar os valores de tangente dos ângulos de inclinação a ré e a vante, realiza-se a média aritmética destes valores, para obter a tangente média de inclinação da embarcação (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013). Logo, a altura metacêntrica (GMt), para cada movimento, é calculada a partir da Equação 25 citada anteriormente no Capítulo 2, também expressa abaixo:

$$GM = \frac{M}{\Delta \times \tan \emptyset} \quad (25)$$

Onde:

- ✓ GM = Altura Metacêntrica (m);
- ✓ M = Momento Inclinante (t. m);
- ✓ Δ = Deslocamento da embarcação na condição de prova (t);
- ✓ \emptyset = Ângulo de Inclinação da embarcação.

Com a definição do GMt para cada movimento, realiza-se a média aritmética para determinar a altura metacêntrica média (GM₀). Na sequência, realiza-se o cálculo da correção devido ao Efeito de Superfície Livre para determinar o real valor do KG (GERMANISCHER LLOYD, 2011). A correção devido o efeito de superfície livre (Gg₀) é calculado pela Equação 59 a seguir:

$$Gg_0 = \frac{\sum \text{Mom. Superfície Livre}}{\Delta} = \frac{\sum I \times \gamma}{\Delta} \quad (59)$$

Logo, para a Marinha do Brasil (2005), com a determinação da altura metacêntrica média, da correção devido o efeito de superfície livre e do valor da posição vertical do metacentro transversal (KMT) para condição de prova, calcula-se a posição vertical do centro de gravidade da embarcação na condição de prova, por meio da Equação 60:

$$KG = KMT - GM_0 - Gg_0 \quad (60)$$

Reitera-se que os valores de KG, GM₀, Gg₀, KMT, alturas metacêntricas para cada movimento e tangentes médias também estão presentes na Tabela 16 do Apêndice I.

As Tabelas 17 e 18 do Apêndice I apresentam informações referentes a correção da posição vertical do centro de gravidade devido à movimentação dos pesos líquidos e devido a variação da superfície livre nos tanques onde o líquido é movimentado (MARINHA DO

BRASIL, 2005). Como neste trabalho serão utilizados pesos sólidos como pesos inclinantes para causar a deflexão na embarcação, estas tabelas não serão utilizadas, sendo não aplicáveis.

Ao final do relatório da prova de inclinação presente no Apêndice I, pode-se observar a Tabela 19, a qual realiza os cálculos de correção para a condição de navio leve, bem como apresenta as características hidrostáticas desta condição (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

Inicialmente, são listados na tabela, os itens Condição de Prova, Itens a Deduzir e Itens a Acrescentar. Para cada item mencionado acima, são apresentados os valores de peso, posição vertical (KG) e longitudinal (LCG) do centro de gravidade e momentos verticais e longitudinais, os quais já foram determinados anteriormente (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Desta maneira, é realizado o cálculo de correção, deduzindo e acrescentando os respectivos valores de pesos e momentos. Logo, ao final, determina-se o deslocamento leve e os valores de KG e LCG leve, utilizando, respectivamente, as Equações 50 e 51 citadas anteriormente (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

Segundo a Det Norske Veritas (1990), com o valor do deslocamento leve e utilizando a tabela das curvas hidrostáticas, define-se o calado leve (TC), assim como, as propriedades hidrostáticas da embarcação na condição leve, tais como: LCF, LCB, MTC e KMT. Ademais, determina-se o valor do trim e dos calados a ré (TR) e a vante (TV) da embarcação leve, por meio das Equações 38, 32 e 33 expressas no item 2.2.2.3 do Capítulo 2.

Com todos os cálculos realizados e resultados obtidos, plota-se o gráfico do momento inclinante pela tangente do ângulo de inclinação da embarcação, o qual está presente na Tabela 20 do Apêndice I, II e III. Este gráfico é de suma importância para a validação dos resultados do teste, pois expõe ao engenheiro responsável pela prova a acurácia das medições das deflexões (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

Ainda de acordo com a American Society for Testing and Materials (2013), o gráfico deve apresentar uma reta, contendo os pontos das medições das tangentes em crescimento linear com o aumento do momento inclinante. Assim, caso a prova de inclinação tenha ocorrido com erros na medição das deflexões (ou seja, erros no ângulo de inclinação), os pontos medidos não formarão uma reta no gráfico, e sim estarão dispersos.

3.3 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DO TESTE DE INCLINAÇÃO

3.3.1 Preparação da Prova

De acordo com a International Association of Classification Societies (2004), o teste de inclinação deve ser executado na embarcação na condição leve ou o mais próximo possível, haja vista que um dos objetivos principais da prova é definir o peso leve da embarcação. Outro ponto importante é que a presença de pesos externos (principalmente, elementos líquidos) afetam os resultados da posição longitudinal (LCG) e vertical (KG) do centro de gravidade.

Um fator a ser destacado é a necessidade da embarcação apresentar livre oscilação longitudinal e transversal, uma vez que, ao inserir o momento inclinante, a resposta da embarcação, ou seja, a inclinação não será afetada ou restrita pela amarração (DET NORSE VERITAS, 1990).

O local de realização do teste é de suma importância para a apuração e validação dos resultados, uma condição de mar agitado e/ou de ondas elevadas afetará os resultados das medições dos ângulos de inclinação para cada momento inclinante. Sob esta condição o teste deve ser conduzido em local abrigado, sem vento e correnteza, apresentando ondas pequenas (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

Com base no exposto anteriormente e segundo a Marinha do Brasil (2005), a primeira etapa para execução do teste é a preparação da prova, onde serão verificados os seguintes itens:

- a) Condição de Amarração da Embarcação, garantindo a livre oscilação da mesma, para que não haja influência externa nos resultados. Além da amarração, verifica-se as conexões com a terra estão desligadas, escadas de acesso e pranchas recolhidas.
- b) Condição de vento, mar e onda, possibilitando a execução da prova em local abrigado, sem vento e onda branda, reduzindo a influência externa nos resultados.
- c) Itens passíveis de deslocamento dentro da embarcação. Durante a preparação da prova, serão verificados itens a bordo que possam sofrer deslocamentos durante a execução do teste, influenciando os resultados obtidos, tais como lanças, baleeiras, paus de carga, e etc.
- d) Ângulo de banda, pois para a execução da prova e validação dos resultados o ângulo de banda não deve ser superior a 0,5°.

- e) Pessoal a bordo da embarcação na Linha de Centro do navio. Para não causar influências nos resultados dos ângulos de inclinação, e conseqüentemente, no KG devem estar localizadas na Linha de Centro da embarcação.
- f) Condição de carregamento da embarcação. Desta maneira, conforme apresentado anteriormente, a prova deve ser executada com a embarcação na condição leve ou o mais próximo possível. Desta forma, devem ser retirados de bordo todos os itens e equipamentos que não fazem parte da embarcação; e os Líquidos pertencentes a caldeiras, equipamentos e tubulações devem ser mantidos, tanto quanto possível, nos seus níveis normais de operação.
- g) Condição de carregamento dos Tanques da embarcação. Durante a verificação do carregamento da embarcação deve ser realizada a inspeção nos tanques do navio, afim de mensurar a quantidade de líquido presente nos mesmos, caso os tanques não estejam vazios (condição ideal).

Com a verificação dos itens supracitados antes do início da prova, e conseqüente validação das condições, a Tabela 1 dos Apêndice I, II e III deve ser preenchida com as informações referentes aos dados gerais, características principais da embarcação e condições de execução do teste, os quais foram verificados anteriormente. Dando, assim, início à execução da prova (MARINHA DO BRASIL, 2005).

3.3.2 Cálculo da Estimativa do Peso Inclinante

A determinação do peso inclinante é de extrema importância para a execução da prova, uma vez que visa garantir a inclinação do navio dentro da faixa aceitável, onde o Metacentro permaneça estacionário. Como um dos objetivos deste estudo é fundamentar teoricamente para uma possível alteração futura das Normas da Autoridade Marítima brasileira, segundo a Marinha do Brasil (2005), o ângulo de inclinação deve ser entre 1° e 3°.

É importante ressaltar, que o cálculo do peso inclinante deve ser realizado antes do início da prova, pois deve-se conhecer o peso necessário para causar a inclinação estimada anteriormente à preparação do teste, possibilitando a produção dos pesos e verificação posterior (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

Desta forma, a validação dos resultados obtidos na prova está inteiramente ligada ao cálculo correto do peso inclinante, bem como, da exata produção do mesmo. De uma forma geral, o processo de estimativa do peso inclinante visa atestar que o peso total movimentado gere um momento inclinante tal que cause um ângulo de inclinação na embarcação dentro da faixa aceitável (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

O peso inclinante total, segundo a Marinha do Brasil (2005), é calculado segundo a Equação 61 a seguir:

$$P = \frac{\Delta \times GM \times \tan \emptyset}{d} \text{ ton} \quad (61)$$

Onde:

- ✓ P = Peso Total a ser deslocado (t);
- ✓ GM = Altura Metacêntrica inicial estimada para condição de prova (m);
- ✓ Δ = Deslocamento estimado da embarcação na condição de prova (t);
- ✓ \emptyset = Ângulo de banda da embarcação, devido a movimentação dos pesos (°).

Ainda de acordo com a Marinha do Brasil (2005), para causar a inclinação projetada, foi estipulado que serão utilizados 04 pesos inclinantes. Desta forma, após o cálculo do peso total a ser deslocado, o peso inclinante unitário pode ser definido por meio da Equação 62:

$$p = \frac{P}{4} \text{ ton} \quad (62)$$

Onde:

- ✓ P = Peso Total a ser deslocado (t);
- ✓ p = peso inclinante unitário (t).

3.3.3 Determinação do Tipo e Marcação dos Pesos Inclinantes

Segundo as Normas da Autoridade Marítima Brasileira, após o cálculo do peso inclinante total, deve ser definido o tipo de peso utilizado no teste. Sendo assim, para o teste de inclinação, com o objetivo de causar a inclinação da embarcação, foram considerados 04 pesos inclinantes sólidos com peso unitário igual a “p”, em toneladas (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Após a produção dos pesos inclinantes unitários será realizada a marcação dos pesos com as indicações “A”, “B”, “C” e “D”, para orientação do engenheiro responsável pelo teste no decorrer da execução, garantindo a correta movimentação dos pesos (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

3.3.4 Instrumentação

Para a execução do teste serão necessários diversos instrumentos, com funções diversas, tanto para medições lineares e angulares como da determinação de densidade da água (DET NORSKE VERITAS, 1990). Alguns destes equipamentos deverão ser fixados em posições

previamente determinadas, as quais serão apontadas a seguir. Os principais equipamentos utilizados e suas aplicações estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Principais equipamentos e suas aplicações. Fonte: Autor (2017).

INSTRUMENTO	APLICAÇÃO
Densímetro	Aferir a densidade da água no local de realização da prova.
Balde com Corda	Coletar amostras de água do local de realização da prova.
Trenas	Realizar medições lineares, deflexões e desníveis.
Trenas de Sondagem	Realizar medições lineares dos níveis dos tanques, verificando a quantidade de líquido presente.
Rádio Comunicador	Meio de comunicação entre os responsáveis pela execução do teste, o centro de comando da prova e os locais de movimentação dos pesos, medições e amarração.
Pesos Inclinantes	Causar inclinação necessária, dentro da faixa de aceitação, para determinar a deflexão e a posição vertical do centro de gravidade. Serão 4 Tambores contendo água.
Tube-Amortecedor	Auxiliar na medição das borda-livres e calados da embarcação.
Pêndulos	Determinar a deflexão/ desnível da embarcação, em decorrência da movimentação dos pesos.
Tubos “U”	Determinar a deflexão/ desnível da embarcação, em decorrência da movimentação dos pesos.
Inclinômetro Digital	Determinar do ângulo de inclinação da embarcação, em decorrência da movimentação dos pesos.

Os equipamentos utilizados para medir a deflexão e a inclinação da embarcação tais como pêndulos, tubos “U” e inclinômetros digitais, deverão ser posicionados na linha de centro, em locais que poderão ser fixados (sem oscilação) e sem a influência do meio externo. Ambos os itens, serão posicionados na região da proa e da popa da embarcação, garantindo, assim, sempre duas medidas de deflexão e inclinação (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004). A Figura 17 ilustra o posicionamento dos equipamentos supracitados na embarcação.

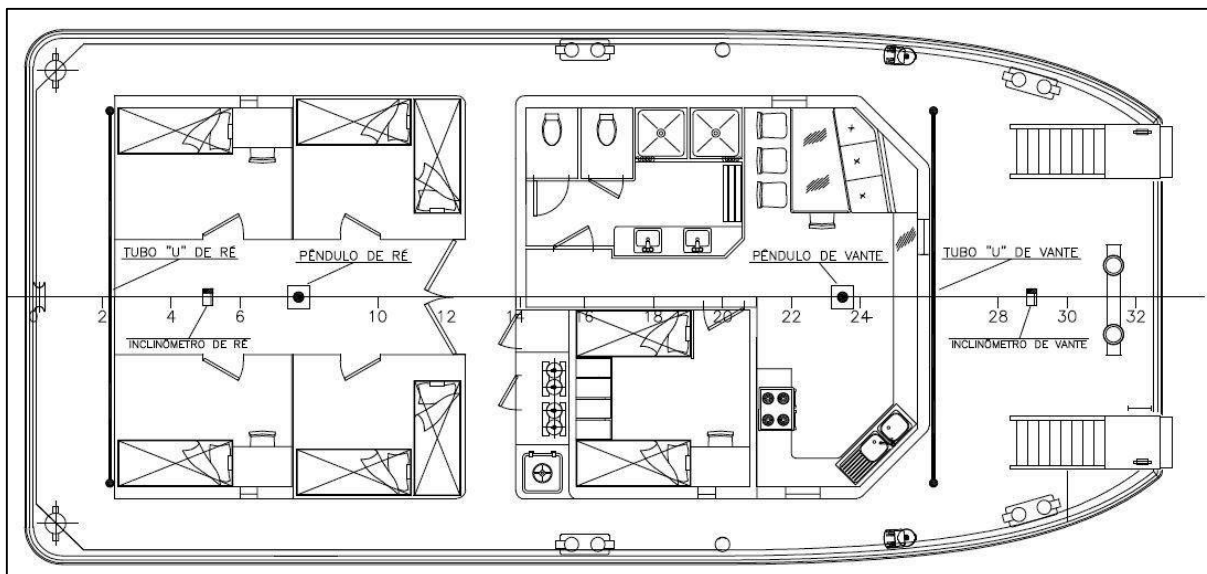


Figura 17. Posicionamento dos equipamentos de medição do ângulo de inclinação. Fonte: Autor (2017).

Como equipamentos principais e fundamentais para a execução do teste de inclinação, os medidores de deflexão e inclinação apresentam requisitos mínimos obrigatórios e especificações técnicas básicas. Abaixo, pode-se observar os requisitos dos equipamentos de medição dos ângulos a serem utilizados no teste.

· **PÊNULO:**

- ✓ 02 Pêndulos (01 localizado na Popa e outro na Proa);
- ✓ Peso do Pêndulo deve manter o fio retesado, com mínimo de 0,5 kg;
- ✓ Fio do pêndulo deve ser de aço flexível, com diâmetro suficiente para que não haja alongamento e o pêndulo toque a cuba de óleo;
- ✓ O ponto de suspensão do fio do pêndulo deve garantir a livre oscilação do pêndulo;
- ✓ Para amortecer as oscilações do pêndulo, deve ser utilizada uma cuba com óleo;
- ✓ As medições dos desvios/ deflexões deve ser realizada com régua graduada, fixada no convés.

· **TUBO “U”:**

- ✓ 02 Tubos “U” (01 localizado na Popa e outro na Proa);
- ✓ Os Tubos devem ser rigidamente fixados na embarcação, com fita adesiva, apresentando afastamento máximo das suas partes verticais, não permitindo movimentação dos mesmos;
- ✓ Os tubos utilizados devem ser transparentes, possibilitando visualizar o nível d’água e seus desníveis ao decorrer das inclinações;

- ✓ O diâmetro e comprimento dos tubos deve ser tal que garanta o não transbordamento de líquido das extremidades;
- ✓ Antes da leitura da posição inicial do nível d'água, deve ser verificado se não há presença de bolha no interior dos tubos;
- ✓ Para a leitura das deflexões (desníveis d'água), devem ser fixadas réguas graduadas em cada parte vertical dos tubos.

· INCLINÔMETRO DIGITAL:

- ✓ 02 Inclinômetros digitais (1 localizado na Popa e outro na Proa);
- ✓ Os inclinômetros devem possuir display digital;
- ✓ Os inclinômetros devem possuir exatidão superior ou igual a 0,01°;
- ✓ Os inclinômetros devem ser posicionados e fixados em local com adernamento mínimo, ou seja, com ângulo de inclinação próximo de 0°;
- ✓ A fixação dos inclinômetros deve ser rígida, não permitindo a movimentação e oscilação dos mesmos;
- ✓ O posicionamento dos inclinômetros deve ser tal que possibilite a fácil leitura dos ângulos de inclinação;
- ✓ Os inclinômetros devem ser do tipo digital com sensores eletônicos, possuindo certificado de calibração RBC (Rede Brasileira de Calibração) e manual de operação.

Com a definição dos requisitos básicos, foram selecionados os equipamentos a serem utilizados no teste de inclinação. As especificações técnicas dos medidores de deflexão e inclinação estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2. Especificações técnicas dos pêndulos, tubos “U” e inclinômetros. Fonte: Autor (2017).

EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
PÊNDULO	<ul style="list-style-type: none"> - 02 Pesos de 0,5 kg cada (Um para cada Pêndulo). - Fio com Diâmetro de 1/2”. - Comprimento de cada pêndulo de 1,70 m. - Régua fixa no piso da embarcação, com escala em milímetros. - Fixação do Pêndulo por meio de pregos ou parafusos.
TUBO “U”	<ul style="list-style-type: none"> - 02 Tubos de Mangueira Transparente, material plástico (Um para cada Tubo “U”). - Tubo com Diâmetro de 1/2”. - Comprimento de cada Tubo aproximadamente 15,0 m, total de 30,00 m. - Distância das Partes Verticais especificada para cada embarcação, conforme relatório. - Régua com escala em milímetros, do tipo trena.
INCLINÔMETRO	<ul style="list-style-type: none"> - 02 Inclinômetros Digitais com Sensores Eletrônicos. - Marca DIGIMESS, modelo 272.300. - Aplicado como inclinômetro e como nível. - Medição em 360°. - Possui display digital. - Exatidão igual a 0,01°. - Auto-Calibrado. - Fixado em superfície plana e lisa, reduzindo as imperfeições das medidas dos ângulos e a possibilidade de oscilações durante os movimentos.

Os demais equipamentos serão utilizados ao longo da embarcação, sem local fixo pré-determinado, haja vista que, suas funções não requerem tal especificidade. Já os pesos inclinantes serão posicionados conforme será exposto no item a seguir.

3.3.5 Elaboração do Esquema de Realização da Prova

Com a determinação da localização dos equipamentos de medição (inclinômetros digitais, tubos “U” e pêndulos), pode-se elaborar o esquema de realização da prova, indicando

a posição destes equipamentos e dos pesos inclinantes. O centro de controle de prova estará posicionado a bordo, junto ao pessoal que auxiliará na execução do teste, todos permanecendo na Linha de Centro e o mais próximo possível à região da meia-náu (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Na Figura 18, pode-se observar o croqui de uma embarcação, com a clara indicação do posicionamento dos itens citados anteriormente, representando, assim, o esquema de realização da prova.

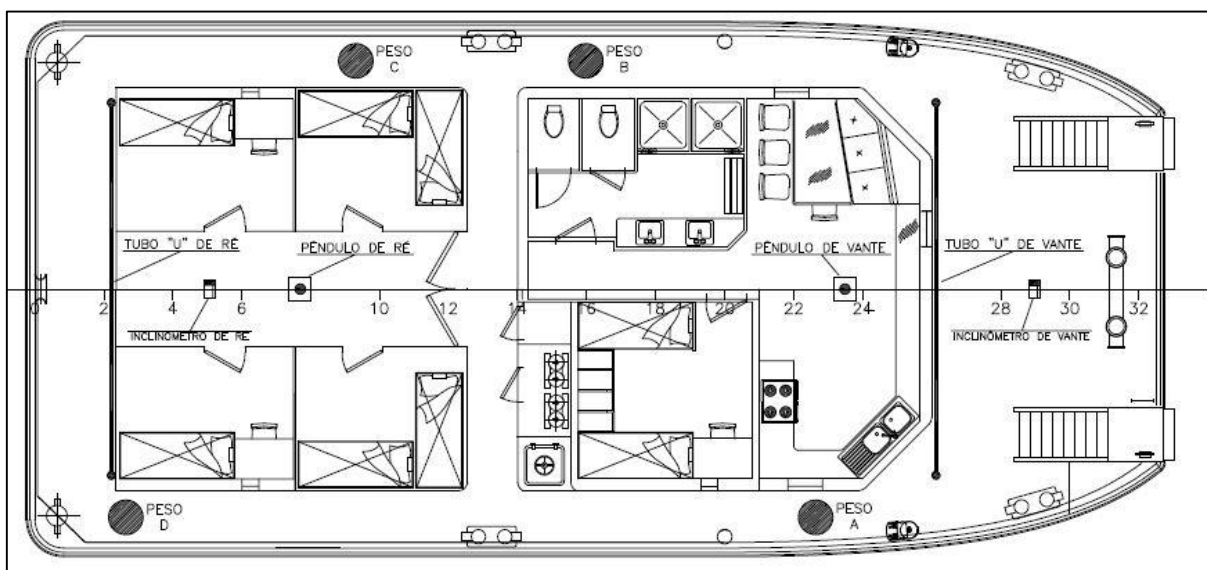


Figura 18. Esquema de realização de prova. Fonte: Autor (2017).

Conforme pôde ser visualizado na figura, há a indicação do posicionamento dos pesos inclinantes, os quais serão movimentados a bordo, causando, assim, a inclinação da embarcação. Para auxiliar o engenheiro responsável da prova no decorrer do teste, foi elaborado o esquema de movimentação dos pesos inclinantes, o qual está presente nos Relatórios da Prova de Inclinação, mais especificamente na Tabela 10 dos Apêndices I, II e III.

3.3.6 Medição dos Calados e Densidades

Um dos objetivos principais do teste de inclinação, conforme já dito no item 3.2 é a determinação do peso leve da embarcação. Para isso, necessita-se definir o calado leve do navio, nas posições a ré, a meia-náu e a vante, sempre levando em consideração duas medidas para cada posição, uma medição a bombordo e outra a boreste (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

A medição dos calados deve ser realizada nas marcas de calado do casco da embarcação, conforme projeto técnico, utilizando-se uma trena e o tubo-amortecedor para auxiliar na medição dos calados. Desta maneira, serão medidos seis calados, três medições a bombordo e

três medições a boreste, sempre nas posições a ré, a meia-náu e a vante (DET NORSKE VERITAS, 1990).

Com os valores de calados medidos, os resultados devem ser inseridos na Tabela 2.1 dos Apêndices I, II e III, nela, serão calculados automaticamente as médias dos calados a ré, a meia-nau e a vante lidos nas marcas (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Ainda segundo a Marinha do Brasil (2005), na hipótese de a embarcação não apresentar marcas de calado ou a leitura dos calados nas marcas for inviável, a medição dos calados deve ser descartada. Assim, a determinação dos calados leves será realizada com base nas leituras das borda-livres.

Conforme estipula a American Society for Testing and Materials (2013), a leitura das borda-livres deve ocorrer em ambos os bordos nas posições a ré e a vante (proa e popa), utilizando a trena métrica. A critério do engenheiro responsável pela prova pode-se executar a medição da borda-livre na região de meio-navio.

De acordo com a International Association of Classification Societies (2004), durante a medição das borda-livres, deve-se efetuar a anotação da localização das medições. Simplificadamente, deve-se anotar a posição em que as borda-livres foram medidas com referência na Perpendicular de Ré (PPAR). Esta informação é extremamente necessária, haja vista que para a determinação do calado, utilizando-se a borda-livre, será requerido o valor do pontal moldado nas posições.

Com a localização das medições e o projeto técnico, pode-se aferir o valor do pontal moldado nas posições em que foram medidas as borda-livres (DET NORSKE VERITAS, 1990).

Desta maneira, deve-se preencher a Tabela 2.2 dos Apêndices I, II e III, com os resultados de borda-livre, a localização das medições e os valores de pontal moldado em cada local de medição. Para, assim, realizar o cálculo, automático dos calados médios a ré, a meia-náu e a vante.

Após a medição dos calados ou das borda-livres, citados anteriormente, deve-se inserir na Tabela 2.3 dos Apêndices I, II e III, os valores dos coeficientes “LR”, “LM” e “LV”. Segundo a Germanischer Lloyd (2011), estes coeficientes correspondem, respectivamente, aos valores das distâncias entre as posições das medições de calado (ou borda-livre) a ré e a perpendicular de ré (LR); a meio navio e a meia-náu (LM); e a vante e a perpendicular de vante (LV).

Por fim, utilizando-se o balde com corda, para coletar amostras de água, e o densímetro define-se a densidade da água do local de prova. Esta medição deve ser realizada três vezes,

uma na região da popa, uma a meio navio e uma na região da proa (MARINHA DO BRASIL, 2005). Desta maneira, com os três valores de densidade determinados, os resultados são inseridos na Tabela 2.5 dos Apêndices I, II e III. Nela, será calculada automaticamente a densidade média da água do local de prova.

3.3.7 Sondagem dos Tanques

Na sequência da condução da prova, deve ser realizada a sondagem de todos os tanques da embarcação, ou seja, determinar a quantidade de líquido presente nos compartimentos, bem como, a posição do centro de gravidade dos mesmos, para, ao final da prova, realizar as devidas correções para a condição leve (DET NORSKE VERITAS, 1990).

As medições serão realizadas por meio da utilização da trena de sondagem, a qual será empregada em todos os tanques, observando na sondagem se a sonda atingiu o batente, definindo, assim, o nível de líquido presente e, conseqüentemente, o volume de líquido (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

Com o projeto técnico em mãos, especificamente, o Plano e a Tabela de Capacidades, determina-se os valores de VCG e LCG dos tanques, a partir, também, dos resultados obtidos das medições da trena de sondagem. Ademais, com os documentos supracitados, obtém-se o peso específico dos líquidos e a inércia dos tanques da embarcação, dados, estes, de grande importância para a correção do resultado do navio para condição leve (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

Reitera-se que um dos objetivos principais do teste de inclinação é a determinação do peso leve da embarcação, desta maneira, quanto menos líquido estiverem presentes nos tanques, a possibilidade do resultado final da prova estar mais compatível com a realidade é maior, ou seja, quanto mais vazio estiverem os compartimentos, a probabilidade do resultado estar correto é maior (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

Com a execução da sondagem dos tanques, insere-se na Tabela 03 dos Apêndices I, II e III, os resultados de altura de sondagem, volume, LCG, VCG, peso específico dos líquidos e inércia dos tanques. A partir destes dados, serão calculados automaticamente o peso e o momento de inércia do líquido em cada tanque da embarcação, para que ao final do teste, seja realizada a correção para a condição de navio leve (MARINHA DO BRASIL, 2005).

3.3.8 Verificação dos Itens a Deduzir e a Acrescentar

Para executar a correção dos resultados da condição de prova para a condição de navio leve, é imprescindível verificar, se a bordo da embarcação, há pesos que não estejam presentes no projeto técnico da embarcação leve e que, desta forma, devem ser deduzidos durante a correção para a condição de navio leve (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

Da mesma forma, deve-se levantar a bordo, itens presentes no projeto técnico do navio leve o qual não estejam a bordo no momento da execução do teste, desta maneira, estes dados devem ser acrescentados durante a correção para a condição de navio leve (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Ainda segundo a Marinha do Brasil (2005), as informações que devem ser coletadas, dos pesos a deduzir e a acrescentar, durante a inspeção são a localização, o peso, o LCG e o VCG do item. Com os dados dos pesos a deduzir e a acrescentar, as Tabelas 4 e 5 dos Apêndices I, II e III são preenchidas, respectivamente.

A partir do preenchimento das tabelas, serão calculados automaticamente o peso total, o LCG e o VCG resultante dos pesos a deduzir e a acrescentar, para que ao final do teste, seja realizada a correção para a condição de navio leve (DET NORSKE VERITAS, 1990).

3.3.9 Movimentação dos Pesos Inclinantes

Após a sondagem dos tanques e a verificação dos itens a bordo, deve-se iniciar a fase de movimentação dos pesos inclinantes. Os pesos inclinantes estão posicionados sobre o convés principal de acordo com o esquema de realização da prova presente na Figura 18 no item 3.3.5 (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Antes da movimentação, na Tabela 10 dos Apêndices I, II e III, devem ser inseridas as informações de localização longitudinal (com referência na Perpendicular de Ré) e peso dos pesos inclinantes, conforme a identificação dos mesmos e o esquema de realização de prova. Ademais, na Tabela 11 dos Apêndices I, II e III, devem ser preenchidas as posições transversais dos pesos (com referência na Linha de Centro), onde valores a bombordo são considerados negativos. Estes dados foram obtidos a partir da utilização de trena métrica. Nesta tabela, serão calculados, automaticamente, os valores de momento inclinante em cada movimentação (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES, 2004).

A movimentação dos pesos inclinantes será realizada na direção transversal, de um bordo a outro, sendo realizada à mão pelo pessoal de bordo sob o comando e orientação do engenheiro responsável. Por completo, devem ser efetuados oito movimentos de acordo com o

exposto no esquema de movimentação dos pesos presente na Tabela 10 dos Apêndices I, II e III (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

Após cada movimentação dos pesos, será observado uma nova inclinação da embarcação, em decorrência da atuação do momento inclinante (MARINHA DO BRASIL, 2005).

3.3.10 Anotação e Validação dos Resultados

Ao final, com a movimentação dos pesos inclinantes e uma nova inclinação da embarcação a cada movimento, deve-se proceder com a anotação dos resultados. Desta forma, após cada movimento de peso, devem ser medidos os desníveis d'água nos Tubos "U", as deflexões dos Pêndulos e os ângulos de inclinação nos Inclinômetros, tanto nos equipamentos posicionados a vante quanto a ré da embarcação (GERMANISCHER LLOYD, 2011).

Para aumentar a precisão dos resultados do teste de inclinação, devem ser anotados 10 valores consecutivos de cada equipamento para cada movimento, assim, o valor final de deflexão/ inclinação resultante de cada movimento será a média aritmética destes resultados (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

Logo, os resultados das deflexões dos Pêndulos devem ser anotados na Tabela 6 do Apêndice II. Para os Tubos "U", os desníveis d'água ou deflexões medidas serão inseridos nas Tabelas 7 e 8 do Apêndice III para valores de níveis a bombordo e boreste respectivamente. E por fim, os resultados dos ângulos de inclinação, obtidos por meio do inclinômetro, devem ser anotados Tabela 9 do Apêndice I.

Reitera-se que o valor médio de deflexão/ inclinação referente a cada movimento será a média aritmética dos dez valores consecutivos medidos em cada equipamento (MARINHA DO BRASIL, 2005).

Para validação dos resultados obtidos, deve-se verificar se os ângulos de inclinação medidos no inclinômetro estão dentro da faixa de aceitação de 1° a 3° de inclinação. Logo, após a anotação dos resultados de cada movimento, deve ser verificado se os ângulos de inclinação medidos estão dentro da faixa de validação, caso positivo, o resultado será validado, e caso contrário as medições deverão ser refeitas (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2013).

4 VISÃO OPERACIONAL

A prova de inclinação como elemento fundamental no desenvolvimento do projeto da embarcação e da verificação de conformidade obra-projeto, uma vez que, por meio dela determina-se o peso leve e a posição do centro de gravidade, é um tema que envolve conceitos teóricos, porém, também, possui elevado grau de aspectos práticos. Desta maneira, é de suma importância conhecer a visão de profissionais ligados à área operacional que atuam envolvidos ao teste de inclinação.

Para isso, foram coletadas as opiniões e visões de profissionais que trabalham em empresas de engenharia naval, assim, executores de provas de inclinação; de engenheiros responsáveis técnicos de sociedades classificadoras, ou seja, fiscalizadores dos testes de inclinação realizados; e profissionais pertencentes à Marinha do Brasil, ou seja, representantes da Autoridade Marítima Brasileira, órgão responsável pela elaboração das normas vigentes e, conseqüentemente, pela elaboração das regras da prova de inclinação.

4.1 VISÃO DE ENGENHEIROS ATUANTES

Os engenheiros navais atuantes são os profissionais responsáveis em executar os testes de inclinação, supervisionando a movimentação dos pesos, coletando os resultados de inclinação, medindo calados e borda-livres, dentre outras funções durante a realização do teste. Desta maneira, são os indivíduos diretamente ligados ao modo de execução do teste e aos métodos existentes de medição do ângulo de inclinação, assim, possuem uma visão operacional de grande relevância sobre o teste.

As opiniões e visões práticas operacionais a respeito das dificuldades do teste de inclinação e das melhorias, vantagens e desvantagens da utilização do inclinômetro digital para realizar medição dos ângulos de inclinação foram recebidas de três Engenheiros Navais atuantes na região norte.

De acordo com Ho, as maiores dificuldades enfrentadas durante a execução da prova de inclinação são os itens dependentes de terceiros, uma vez que o responsável pela Prova (Engenheiro), geralmente não possui comando direto sobre a embarcação. Ademais, encontrar a embarcação na condição Leve com todos itens completos e instalados, sem carga ou equipamentos/ferramentas de obra, limpo, pesos da prova aferidos e manter a embarcação em local sem vento nem ondas (Informação Pessoal) ¹.

¹HO, K. Y. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 13 de dezembro de 2017

Para Neto, a problemática mais relevante enfrentada durante a execução do teste está na incerteza dos resultados encontrados. Haja vista que a análise se faz extremamente subjetiva, pois depende diretamente da interpretação do técnico responsável pela execução, reduzindo a credibilidade dos resultados (Informação Pessoal) ².

Ainda segundo Neto, o tempo médio de execução da prova de inclinação, utilizando os métodos de medição do ângulo de inclinação tradicionais (Tubo "U" e Pêndulo), irá variar de 2 a 4 horas de execução, de acordo com a embarcação e possíveis obstáculos presentes no convés principal que possam impedir ou retardar a movimentação dos pesos (Informação Pessoal) ².

Para Araújo, desconsiderando o tempo de preparação e de mobilização para a prova, o tempo médio de execução do teste de inclinação é de 60 a 90 minutos (Informação Pessoal)³.

Já segundo Ho, considerando o porte das embarcações médias amazônicas, a Prova, em si, dura em torno de 1,5 a 2,0 horas, sem considerar tempo de mobilização e desmobilização de pesos e equipamentos da Prova. Caso hajam pesos a deduzir ou acrescentar, deve-se ainda anotar os pesos e medir as posições. Desta forma, considerando todos os tempos, a duração total seria em média de 6 horas (Informação Pessoal) ¹.

De acordo com Neto, as medições dos ângulos de inclinação utilizando Tubo "U" e Pêndulo não são satisfatórias, pois contém erros de leitura referentes a subjetividade da análise e observação do técnico que realiza o teste (Informação Pessoal) ².

Para Ho, as medições dos ângulos de inclinação utilizando Tubo "U" e Pêndulo são satisfatórias em condições tranquilas de mar e vento. Todavia, os métodos apresentam diversos erros de leitura. O erro de leitura presente no pêndulo é o leitor lembrar-se da posição de leitura a cada movimentação dos pesos. Os erros de leitura associados ao tubo U é que, se foram 2 leitores, cada um tem sua forma e posição de leitura, e se for somente 1 leitor, pode ter mais erros associados, como posições e formas de leituras diferentes em cada mudança de pesos e o peso próprio do leitor que se desloca de um bordo para outro (Informação Pessoal) ¹.

Já para Araújo, as medições dos ângulos de inclinação utilizando Tubo "U" e Pêndulo são satisfatórias, porém com baixa precisão. Os erros associados aos métodos existentes estão nos instrumentos de medição com baixa precisão, uma vez que os instrumentos usados não são

¹ HO, K. Y. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação.** Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 13 de dezembro de 2017

² NETO, G. F. S. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação.** Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 05 de dezembro de 2017.

³ ARAÚJO, A. V. C. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação.** Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 12 de dezembro de 2017.

creditados (calibrados) e possuem erros de leitura (paralax). Além disso, deve-se garantir que os equipamentos estão bem fixados (Informação Pessoal) ³.

Ainda segundo Araújo, a utilização de inclinômetros digitais para medição do ângulo de inclinação tornaria a execução do teste de inclinação mais fácil, rápida e prática, além de suprimir algumas etapas de cálculo durante a análise dos dados, reduzindo a incidência de erros (Informação Pessoal) ³.

Para Ho, dispor de inclinômetros digitais para medição do ângulo de inclinação possui como vantagem imediata do seu uso, a averiguação do ângulo de inclinação instantânea (on time), assim, seria possível verificar se o ângulo está dentro da faixa de inclinação recomendada pela NORMAM. Ademais, para ele, não há empecilhos na utilização deste equipamento (Informação Pessoal) ¹.

De acordo com Neto, a utilização do inclinômetro digital para medição do ângulo de inclinação reduziria quase por completo os erros presentes nos métodos existentes (Tubo "U" e Pêndulo), uma vez que não é passível de interpretação, ou seja, sem a influência do observador na leitura dos resultados. Para isso, seria necessária regularização específica do equipamento, por meio de regulamentação dos modelos permitidos para utilização e calibração apropriada (Informação Pessoal) ².

A praticidade, o peso, a confiança, o tamanho reduzido e a agilidade na medição são as vantagens da utilização do inclinômetro digital para medição do ângulo de inclinação da embarcação para Araújo. As desvantagens, segundo ele, são que o equipamento precisa ser calibrado e certificado, elevando o custo para execução do teste (Informação Pessoal) ³.

Segundo Neto, a minimização dos erros, a maior confiabilidade dos resultados, a redução do tempo de execução da prova e a viabilidade de execução do teste de inclinação em embarcações onde o posicionamento de tubo "U" e Pêndulo não seja possível são as vantagens da utilização do inclinômetro digital para medição do ângulo de inclinação da embarcação. Como desvantagens, segundo ele, tem-se o aumento no custo de execução do teste de inclinação, uma vez que o inclinômetro digital possui valor consideravelmente mais elevado quando comparado com os demais equipamentos existentes, além do custo fixo com calibração e certificação (Informação Pessoal) ².

¹ HO, K. Y. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 13 de dezembro de 2017

² NETO, G. F. S. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 05 de dezembro de 2017.

³ ARAÚJO, A. V. C. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 12 de dezembro de 2017.

4.2 VISÃO DAS SOCIEDADES CLASSIFICADORAS

As Sociedades Classificadoras, de acordo com a Marinha do Brasil (2003), por meio das Normas da Autoridade Marítima para Reconhecimento de Sociedades Classificadoras para Atuarem em Nome do Governo Brasileiro, são entidades privadas, outorgadas para atuarem em nome da Autoridade Marítima Brasileira na regularização, controle e certificação de embarcações. Desta maneira, estas empresas são responsáveis em acompanhar, fiscalizar e inspecionar as provas de inclinação, verificando se as mesmas estão sendo executados conforme a legislação vigente e as normas da Marinha do Brasil.

Com base no informado acima, foram registradas as opiniões e visões operacionais de profissionais de duas sociedades classificadoras nacionais, Bureau Colombo Brasil e Registro Brasileiro de Navios e Aeronaves.

De acordo com Guedes, as maiores dificuldades enfrentadas durante a execução da prova de inclinação são efetuar a leitura adequada dos calados e borda-livres; posicionar corretamente os pêndulos e tubos "U"; e movimentar os pesos (Informação Pessoal) ⁴.

Já para Silva, os maiores entraves para a execução do teste é garantir que a embarcação está na condição leve, bem como, movimentar os pesos a bordo e as condições climáticas envolvidas, as quais influenciam nos resultados (Informação Pessoal) ⁵.

Quanto ao tempo necessário para execução do teste, Silva afirma que dependendo do porte da embarcação, pois isto afetará na quantidade de pesos a serem movimentados, a prova pode durar cerca de 8 horas (Informação Pessoal) ⁵. Guedes, entretanto, afirma que caso todos os acessórios e pesos estejam previamente preparados a prova durará em média 04 horas (Informação Pessoal) ⁴.

Com relação à concentração de erros associados aos métodos existentes de determinação do ângulo de inclinação (Pêndulo e Tubo "U"), Guedes define como satisfatórios os resultados obtidos por meio dos métodos existentes, todavia, aponta que os erros de medição da inclinação ocorrem com maior intensidade quando há dificuldade em posicionar Tubo "U" ou o pêndulo (Informação Pessoal) ⁴. Já para Silva, a maioria dos testes de inclinação utilizando Pêndulos e Tubos "U" não apresentam resultados satisfatórios, uma vez que, possuem diversas falhas de execução e posicionamento, daí a necessidade de obter várias medidas de ângulos de inclinação para obtenção da inclinação média (Informação Pessoal) ⁵.

⁴ GUEDES, Y. V. R. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 21 de novembro de 2017.

⁵ SILVA, B. F. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 27 de novembro de 2017.

Silva considera que a utilização de inclinômetros digitais seria um avanço para a execução da prova de inclinação, uma vez que, seriam obtidos resultados mais relevantes, consistentes, com mais segurança e objetividade, reduzindo os erros presentes nos atuais métodos (Informação Pessoal) ⁵.

Guedes afirma que a utilização de inclinômetros digitais melhoraria a realização dos testes de inclinação, haja vista que, aplicaria uma tecnologia que minimizaria as dificuldades de posicionamento de tubos "U", tornando o teste mais rápido e prático, adicionalmente a isto, é um equipamento de simples movimentação (Informação Pessoal) ⁴.

Ainda segundo Guedes, quanto à redução da incidência de erros de medição e inclinação fora da faixa aceitável pela NORMAM/ DPC, mesmo sendo um equipamento moderno (o inclinômetro digital), após a realização da movimentação de pesos inclinantes, seria necessário efetuar a leitura de máximos e mínimos de forma equivalente a leitura de pendulos e tubos "U", uma vez que a embarcação continuará oscilando da mesma forma que com o procedimento atualmente indicado pela norma, gerando erro equivalente (Informação Pessoal) ⁴.

Silva aponta que o principal empecilho da utilização dos inclinômetros digitais na prova de inclinação é a ausência de regulamentação e regularização destes equipamentos por parte da legislação vigente, ou seja, pelas normas da Marinha do Brasil. Ademais, para ele, deverão ser realizados estudos e testes para verificação da conformidade dos resultados com os métodos existentes (Informação Pessoal) ⁵. Já para Guedes, não há empecilhos na utilização deste equipamento na prova de inclinação (Informação Pessoal) ⁴.

Para Silva, as principais vantagens da utilização do inclinômetro digital são: a obtenção de resultados mais concretos; a agilidade na medição dos resultados; e a facilidade na locomoção do equipamento. Já as principais desvantagens do novo método são: a necessidade de calibração do equipamento; o elevado valor de aquisição do inclinômetro; a ausência de informações quanto à sua operacionalidade; e dificuldade em aquisição do equipamento (Informação Pessoal) ⁵.

Guedes aponta que a maior vantagem da utilização do inclinômetro digital é que tornaria mais prática a execução da prova de inclinação, pela facilidade de movimentação e posicionamento do equipamento de medição do ângulo, bem como, permite ao engenheiro responsável a leitura direta do ângulo de inclinação (Informação Pessoal) ⁴.

⁴GUEDES, Y. V. R. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 21 de novembro de 2017.

⁵SILVA, B. F. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 27 de novembro de 2017.

A única desvantagem, segundo Guedes, seria o desconhecimento do comportamento do inclinômetro digital in loco, para averiguação da correta leitura, ou seja, a ausência de informação sobre a operacionalidade do aparelho (Informação Pessoal) ⁴.

4.3 VISÃO DA MARINHA DO BRASIL

A Marinha do Brasil como autoridade marítima brasileira tem como uma de suas atribuições elaborar normas e procedimentos para construção, vistorias e certificação das embarcações. Desta forma, a elaboração do procedimento de execução do teste de inclinação, bem como, seus requisitos são determinados pela Marinha.

Com base no informado acima, foi registrada a opinião e a visão operacional de um profissional ligado à Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, diretoria, esta, responsável por analisar e desenvolver normas e procedimentos ligados à navegação, tal como, o procedimento e o relatório da prova de inclinação.

De acordo com Benites, desde a escolha do local abrigado apropriado para a realização da prova, passando pelas condições ambientais do período e a amarração adequada da embarcação são fatores externos que influenciam nos resultados da prova, e que podem comprometer a acurácia dos resultados, que é o objetivo principal dessa prova prática. Desta maneira, compreendem as maiores dificuldades enfrentadas pelo engenheiro no momento de executar a prova (Informação Pessoal) ⁶.

Apesar de, até hoje, os métodos de medição dos ângulos de inclinação transversal utilizando pêndulo e tubo “U”, serem dois dos mais precisos, ambos os métodos possuem erros relacionados à medição, segundo Benites. Todavia, segundo ele, estes erros podem ser reduzidos e limitados se os procedimentos contidos nas NORMAM forem seguidos (Informação Pessoal) ⁶.

No que tange a utilização de inclinômetros digitais para realizar as medições dos ângulos de inclinação transversal no teste de inclinação, Benites considera positivo e um avanço no sentido de aumentar a acurácia dos resultados e reduzir os custos das provas de inclinação. No entanto, desde que seja comprovado que os erros de medição associados possam ser reduzidos a níveis iguais ou melhores em comparação aos métodos tradicionais (Informação Pessoal) ⁶.

⁴GUEDES, Y. V. R. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 21 de novembro de 2017.

⁵SILVA, B. F. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 27 de novembro de 2017.

⁶BENITES, F. E. C. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 11 de janeiro de 2018.

Benites afirma que caso seja comprovada a adequabilidade do uso do inclinômetro digital, por meio da apuração dos erros associados às medições das provas utilizando o equipamento em embarcações de diversos portes, um Comitê Técnico poderá ser constituído na Diretoria de Portos e Costas para propor a inclusão desse equipamento nos procedimentos das provas de inclinação preconizadas nas NORMAM. Assim, a utilização do inclinômetro digital deverá ser aprovado se o equipamento estiver com a aferição em dia e apresentar melhorias na acurácia dos resultados (Informação Pessoal) ⁶.

Para Benites, as principais vantagens da utilização de inclinômetros digitais para realizar as medições dos ângulos de inclinação transversal no teste de inclinação são a redução do custo e a redução do tempo de prova. Quanto às desvantagens dos inclinômetros digitais, não existem, desde que seja comprovado que os erros de medição associados possam ser reduzidos a níveis iguais ou melhores em comparação aos métodos tradicionais (Informação Pessoal) ⁶.

⁶ BENITES, F. E. C. **Perguntas sobre Prova de Inclinação – Dissertação**. Mensagem recebida por luccasvmiranda@gmail.com em 11 de janeiro de 2018.

5 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como discutido nos capítulos anteriores, muitas são as vantagens operacionais do uso do inclinômetro digital para a realização do teste de inclinação da embarcação. Porém, não só as vantagens qualitativas, relacionadas ao uso deste método, devem ser avaliadas. É necessária, também, uma análise quantitativa dos resultados obtidos por cada teste para designar qual dos métodos proporciona ao engenheiro os resultados mais adequados e confiáveis.

Em decorrência aos limites deste trabalho, a disponibilidade de dados e a dificuldade da obtenção e da realização de medições em uma grande quantidade de embarcações, a análise estatística aqui presente será reduzida a um estudo de adequabilidade dos resultados obtidos no teste de inclinação pelo método do inclinômetro digital. Além disso, em virtude da homogeneidade entre as embarcações que sofreram os testes acima, e da falta de estudos prévios ditando as diretrizes a serem seguidas na realização de medições com inclinômetro e da comparação dos métodos previamente citados, a análise teve um caráter de estudo piloto. Acrescenta-se ainda a ausência de valores como médias e tamanhos populacionais (TRIOLA, 1999).

Tomando em consideração os fatores discutidos acima, dois objetivos, seguindo as diretrizes de Thabane et al. (2010) para estudos pilotos, foram delineados para esta análise:

- ✓ (I) Verificar se, no espaço das amostras adquiridas, pode-se observar uma tendência de que os resultados obtidos com o método do inclinômetro digital correspondam aos resultados obtidos pelos métodos usados atualmente (pêndulo e tubo “U”);
- ✓ (II) Investigação de características das populações analisadas, ou seja, dos resultados obtidos por cada teste, a fim de guiar estimativas de espaço amostral para estudos futuros.

Os dados a serem utilizados nesta análise foram obtidos de acordo com a norma vigente estabelecida pela Marinha do Brasil (2005), como discutido no Capítulo 3. Tal norma estabelece que, para cada embarcação, devem ser feitas 10 leituras consecutivas do ângulo de inclinação para cada um dos 8 movimentos a vante e a ré, determinando, posteriormente, o ângulo de inclinação resultante a vante e a ré para cada movimento por meio de média aritmética.

Os testes de inclinação, conforme mencionado anteriormente, foram executados utilizando três métodos de medição do ângulo de inclinação diferentes, como explicado em capítulos anteriores. Os instrumentos utilizados foram descritos e especificados no Capítulo 3.

Para elevar o campo de aplicação do método alternativo, determinou-se que os testes seriam realizados em embarcações distintas, de cinco tipos e características distintas. Desta

forma, definiu-se que os testes seriam realizados em embarcações do tipo Embarcação de Passageiros Monocasco (Convencional), Lanchas Rápidas, Ferry-Boat, Catamarãs e Empurradores Fluviais.

Em um estudo piloto, onde não se possui os dados iniciais da população, como médias, tamanho populacional e demais informações prévias, deve se realizar a análise com pelo menos 31 amostras (TIMOSSI, JUNIOR, & FRANCISCO, 2008).

De acordo com o supracitado e tendo em vista as limitações supracitadas permitiu-se a análise de somente 31 embarcações, escolhidas aleatoriamente de forma mais conveniente, as quais pertencem a 5 categorias de embarcações mencionadas anteriormente. O Apêndice IV contém informações e características das embarcações utilizadas para a análise.

A medição do ângulo de inclinação resultante, sendo considerada a média aritmética dos ângulos resultantes medidos a vante e a ré, para cada movimento em cada embarcação foi realizada utilizando cada um dos três métodos estudados, gerando assim, para cada situação, três variáveis a serem comparadas:

- ✓ θ_u – Ângulo de inclinação resultante obtido pelo método tubo “U”;
- ✓ θ_p - Ângulo de inclinação resultante obtido pelo método pêndulo;
- ✓ θ_i - Ângulo de inclinação resultante obtido pelo método inclinômetro digital.

Os resultados obtidos das medições para cada uma das variáveis acima estão listados no apêndice V.

Após a delimitação das variáveis a serem analisadas e dos objetivos de tal análise, foi necessária a discussão dos métodos estatísticos que seriam implementados, a fim de alcançar tais objetivos. Para a decisão do tipo de análise a ser feita, foi realizado um apanhado de trabalhos com os mesmos objetivos e a avaliação dos métodos estatísticos utilizados para alcançar tais finalidades.

A falta de trabalhos publicados no campo de engenharia naval com tais objetivos foi compensada pelo grande número de artigos na área das ciências da saúde que almejam a avaliação estatística de concordância entre dois métodos de medição, tais como Brazdzionyte & Macas (2007) e Martelli Filho et al. (2005).

Além de seguir trabalhos isolados tratando de tal problema, a revisão sistemática de Zaki et al. (2012) foi fundamental para a escolha do método a ser utilizado neste trabalho. Seguindo, entre outros, os trabalhos supracitados, o método estatístico escolhido para alcançar os objetivos deste trabalho foi a análise de Bland-Altman (Bland & Altman, 1986; 1999).

O método de Bland-Altman consiste na análise da plotagem de Bland-Altman, a qual se refere à plotagem da diferença entre as medições feitas com cada método no eixo Y relacionadas

com o respectivo valor da medição tomada como referência (método usado atualmente) no eixo X (Krouwer, 2008). Nesse mesmo gráfico, será plotada a média das diferenças entre as medições feitas pelos dois métodos. Ademais, o intervalo de confiança no qual 95% dos valores correspondentes à diferença entre as medições devem se encontrar para que os métodos possam ser considerados como correspondentes, também serão plotados no gráfico.

Importante é notar que a análise de Bland-Altman tem uma importante suposição: que os valores da diferença entre as duas medições sejam normalmente distribuídos, ou seja, que sigam a forma da distribuição Gaussiana. Giavarina (2015) sugere um dos seguintes testes para avaliar tal suposição: teste de Shapiro-Wilk, teste de D'Agostino-Pearson ou teste de Kolmogorov-Smirnov, os quais geram um valor P, que se menor que 0,05, a normalidade deve ser rejeitada. Caso as diferenças realmente não sejam normalmente distribuídas, Bland e Altman (1999) sugerem que se deve calcular o intervalo de confiança usando percentis ou quartis.

Bland & Altman (1985), porém, afirmam que a distribuição da diferença entre os valores medidos por cada método provavelmente seguem uma distribuição Normal, porque grande parte das variações entre os objetos medidos foi eliminada, ficando assim somente os erros de medição. Ademais, Bland & Altman propõem, que, no provável caso de que tais valores sigam uma distribuição normal, o intervalo de confiança será calculado de acordo com a Equação 63:

$$IC = \mu \pm 1.96 * Dp \quad (63)$$

Onde:

- ✓ IC = Intervalo de confiança;
- ✓ μ = Média da distribuição das diferenças entre os valores medidos por cada método;
- ✓ Dp = Desvio padrão da distribuição das diferenças entre os valores medidos por cada método.

No entanto, é importante ressaltar que a verificação de 95% dos valores se encontrarem dentro do intervalo de confiança não é suficiente para considerar os dois métodos como correspondentes; é necessária uma análise subjetiva do valor do intervalo de confiança para cada caso, ou seja, é necessário avaliar se o intervalo de confiança é demasiadamente elevado, tendo em vista a aplicação no teste de inclinação de embarcação.

Não somente para a demonstração de concordância entre dois métodos de medição a análise de Bland-Altman pode ser usada, outras aplicações de tal análise podem ser implementadas, tais como a comparação da repetibilidade de dois métodos, identificação e correção de diferenças médias significativas nos valores medidos por métodos diferentes, análise visual das diferenças entre os métodos, possibilitando encontro de tendências em tais divergências, entre outros.

Seguindo esta breve exposição da análise de Bland-Altman, é possível discutir como o uso deste método estatístico é o mais adequado para alcançar os objetivos delineados. Em relação ao objetivo (I), realizando a análise de Bland-Altman, primeiramente, usando os ângulos de inclinação resultante medidos com o tubo “U” (método de referência) e aqueles medidos com o inclinômetro digital, e em seguida usando os ângulos de inclinação resultante medidos com o pêndulo (método de referência) e aqueles medidos com o inclinômetro digital, é possível verificar se o novo método de medição mostra uma possível correspondência, dentro do intervalo de confiança, com os métodos de referência.

É importante ressaltar que os valores dos ângulos utilizados para o cálculo das diferenças serão obtidos pela média aritmética dos ângulos medidos a vante e a ré com os três métodos supracitados.

Se em ambos os casos 95% dos valores correspondentes à diferença entre os ângulos obtidos com o inclinômetro e os ângulos obtidos com os métodos de referência se encontrarem dentro de um intervalo de confiança adequado (julgado subjetivamente nas diretrizes das normas vigentes), pode-se dizer, seguindo o escopo deste trabalho, que o novo método é correspondente aos métodos antigos. Dessa forma o objetivo (I) pode ser contemplado.

Dentro do paradigma de utilização do método de Bland-Altman, o objetivo (II) também pode ser discutido. Devido à ampla gama de possibilidades de uso deste método, considerando que, dada uma amostra grande e heterogênea o suficiente, a análise de Bland-Altman pode também ser usada em estudos definitivos, entre outros, para:

- A. Analisar a correspondência dos resultados entre os métodos de medição supracitados (versão definitiva do estudo piloto aqui realizado);
- B. Verificar qual dos métodos de medição seria mais confiável, por meio da análise de suas respectivas repetibilidades;
- C. Identificação e correção das medições realizadas por novos instrumentos, em relação aos instrumentos previamente utilizados.

Um dos fatores mais importantes para projetar um estudo definitivo, é o tamanho do estudo amostral a ser utilizado (Nayak, 2010). Seguindo Lu et al. (2016), calculamos as médias e os desvios padrões da distribuição das diferenças entre os valores medidos por cada método e, com isso, o tamanho estimado do espaço amostral. Ademais, os valores de média e desvio padrão dos resultados obtidos por cada método de medição foram explicitados para as demais estimativas fora do paradigma da análise de Bland-Altman. Dessa forma se contemplou o objetivo (II).

Após discutir os objetivos da análise estatística, os dados e as condições em que foram adquiridos, os instrumentos utilizados, os métodos estatísticos a serem implementados para alcançar tais objetivos, e como se relacionam esses fatores acima, foi feita a análise estatística. Os resultados de tal análise estão expostos no capítulo a seguir.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 RESULTADOS DOS TESTES DE INCLINAÇÃO

As provas de inclinação nas embarcações foram realizadas no período do dia 13/12/2017 a 28/07/2018, nos turnos da manhã e da tarde. Como informado nos capítulos anteriores, os testes foram executados em 31 embarcações de diferentes tipos, selecionadas aleatoriamente conforme disponibilidade e acessibilidade.

Das 31 embarcações testadas, 7 (sete) são embarcações convencionais (monocasco) do tipo passageiros e carga geral, 4 (quatro) são embarcações do tipo Catamarã de passageiros, 11 (onze) são empurradores fluviais, 5 (cinco) são embarcações do tipo ferry-boats e 4 (quatro) são lanchas rápidas de passageiros.

Durante execução dos testes, os resultados das inclinações foram coletados por meio da utilização dos pêndulos, tubos “U” e inclinômetros digitais de vante e de ré, simultaneamente, reduzindo o erro devido a diferença do tempo do momento da leitura. Ressaltando que para cada um dos 8 (oito) movimentos exigidos pelas normas vigentes, foram feitas 10 leituras consecutivas para o cálculo da média, sempre considerando separadamente as leituras dos equipamentos a vante e a ré.

Na Tabela 03, podem-se observar as características principais das embarcações utilizadas nos testes de inclinação. Já as demais informações, tais como, peso leve, LCG leve e KG leve estão contidos no Apêndice IV.

Tabela 3. Dimensões principais das embarcações utilizadas nos testes de inclinação. Fonte: Autor (2017).

Nº da Embarcação	Tipo de Embarcação	LT (m)	LPP (m)	B (m)	P (m)	H (m)
1	PASSAGEIROS	54,870	53,540	8,520	2,450	1,830
2	PASSAGEIROS	44,700	39,380	9,200	2,900	2,300
3	PASSAGEIROS	48,680	46,240	9,180	3,500	2,550
4	PASSAGEIROS	30,200	29,510	6,100	2,000	1,600
5	PASSAGEIROS	35,430	31,260	7,200	1,950	1,519
6	PASSAGEIROS	38,580	31,911	8,000	2,560	2,121
7	PASSAGEIROS	28,600	22,820	6,680	2,300	1,840
8	CATAMARÃ	18,300	17,750	6,270	1,800	0,800
9	CATAMARÃ	28,000	25,453	8,000	2,682	2,448
10	CATAMARÃ	13,110	11,570	4,900	1,950	0,900
11	CATAMARÃ	18,530	17,300	6,270	1,800	0,800
12	EMPURRADOR	19,900	18,390	6,400	2,700	1,900
13	EMPURRADOR	17,000	16,100	6,000	2,700	2,300
14	EMPURRADOR	21,220	19,950	4,680	2,400	2,040
15	EMPURRADOR	14,000	13,650	5,750	2,300	1,960
16	EMPURRADOR	18,800	17,400	6,300	2,500	1,850
17	EMPURRADOR	17,000	15,500	6,500	2,700	1,910
18	EMPURRADOR	19,800	18,469	6,400	2,700	1,925
19	EMPURRADOR	21,309	19,260	6,480	2,700	1,700
20	EMPURRADOR	19,500	17,650	6,500	2,600	2,220
21	EMPURRADOR	14,220	13,100	4,400	1,700	1,490
22	EMPURRADOR	15,200	13,630	5,650	1,850	0,500
23	FERRY-BOAT	76,000	74,750	16,000	2,800	2,380
24	FERRY-BOAT	56,300	46,600	13,600	2,300	1,500
25	FERRY-BOAT	49,900	47,590	13,600	2,300	1,500
26	FERRY-BOAT	67,000	61,750	17,000	2,800	2,440
27	FERRY-BOAT	35,000	32,890	11,000	2,100	1,050
28	LANCHA	42,000	39,280	6,000	1,800	0,710
29	LANCHA	31,500	29,393	6,300	2,046	1,716
30	LANCHA	22,125	20,014	4,600	1,690	0,900
31	LANCHA	23,405	19,850	5,500	2,338	1,055

Nas Figuras 19, 20, 21 e 22 podem-se observar os instrumentos fixados e prontos para serem utilizados em uma das embarcações utilizadas para o teste de inclinação, tais como o pêndulo, o Tubo “U” e o inclinômetro digital respectivamente.



Figura 19. Pêndulo fixado na embarcação para o teste de inclinação. Fonte: Autor (2018).



Figura 20. Prumo do pêndulo e a trena fixada no convés da embarcação durante o teste de inclinação. Fonte: Autor (2018).



Figura 21. Mangueira e trena fixados no bordo da embarcação para medir o desnível (método do tubo “U”). Fonte: Autor (2018).



Figura 22. Inclinômetro digital posicionado na embarcação medindo o ângulo de inclinação, durante o teste. Fonte: Autor (2018).

Os resultados das medições foram anotados previamente em papel e, após, foram transferidos para planilhas em computador, para posterior tratamento e análise estatística. Os resultados dos ângulos de inclinação médios das embarcações, para cada movimento, medidos a vante e a ré com os três equipamentos estão presentes no Apêndice V.

De acordo com o exposto na Capítulo 5, a análise de Bland-Altman consiste em uma análise estatística das diferenças obtidas nas medições entre os métodos, primeiramente entre o pêndulo e o inclinômetro digital e, na sequência, entre o inclinômetro e o Tubo “U”.

Para municiar a análise estatística, foram calculadas as diferenças absolutas e as diferenças relativas, entre os valores dos ângulos medidos pelos equipamentos mencionados anteriormente. No Apêndice VI, pode-se observar os valores das diferenças dos ângulos médios finais entre os métodos para cada movimento. Além, dos respectivos valores de ângulos médios finais para cada embarcação, correspondente a cada movimento.

É importante ressaltar, que para a análise estatística, serão utilizados 279 valores de diferenças de leituras, as quais são provenientes das diferenças das medições em 31 embarcações e de 9 movimentos (8 movimentos e acrescida a posição inicial). Assim, o gráfico que será plotado no item a seguir, conterà 279 pontos (valores de diferenças entre os métodos).

Por fim, no Apêndice VII apresenta-se detalhadamente todos os ângulos medidos com os três métodos a vante e a ré para cada embarcação, para cada movimento, somando assim, os 540 ângulos medidos para cada embarcação.

6.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Como discutido no capítulo anterior, para verificar se há uma tendência de que os resultados obtidos com o método do inclinômetro digital correspondam aos resultados obtidos pelos métodos usados atualmente (pêndulo e tubo “U”), utilizando o método de Bland-Altman, é necessário fazer duas análises, a primeira comparando as medições feitas por meio do inclinômetro digital com as medições feitas com o pêndulo e, logo após, uma análise comparando as medições feitas por meio do inclinômetro digital com as medições feitas com o tubo “U”.

Tendo em mente tal necessidade, os resultados foram divididos em duas sessões, correspondentes, respectivamente, às análises descritas acima. Em cada sessão, além da análise de Bland-Altman, foram calculadas também as médias e os desvios padrões da distribuição das diferenças entre os valores medidos por cada método e com isso o tamanho estimado do espaço amostral para uma futura análise. O programa “IBM SPSS Statistics 25” foi utilizado para a realização dos cálculos e a geração dos resultados.

6.2.1. Inclinômetro Digital e Pêndulo

De acordo com Bland e Altman (1986), antes da realização da plotagem e da estimativa do intervalo de confiança, é necessário verificar se a distribuição da diferença entre as medições realizadas pelos dois métodos segue a forma da distribuição Gaussiana. Para isso, foi realizada o teste de Shapiro-Wilk e de Kolmogorov-Smirnov. O resultado do teste é mostrado na Figura 23.

Descritivos						
						Estatística
Diff_Inc_Pend	Média					,0008100
	99% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior				-,0011289
		Limite superior				,0027490
	5% da média aparada					,0005305
	Mediana					,0000000
	Variância					,000
	Erro Desvio					,01248696

Testes de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Diff_Inc_Pend	,161	279	,000	,924	279	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Figura 23. Estatística descritiva e teste de normalidade para a distribuição da diferença entre as medições realizadas pelos métodos do inclinômetro digital e pêndulo. Fonte: Autor (2018).

Como pode-se observar na Figura 23, o valor de P (Sig) para ambos os testes é menor que 0,05, logo a normalidade deve ser rejeitada para essa distribuição, e os intervalos de confiança discutidos no capítulo anterior não podem ser utilizados. Uma forma de contornar tal problema é seguir as diretrizes propostas por Bland e Altman (1999), que sugerem que, neste caso, deve-se calcular o intervalo de confiança usando percentis ou quartis. Os limites de concordância de 95% correspondem ao intervalo entre o percentil 2,5 e o percentil 97,5 para a distribuição da diferença entre as medidas pareadas e, logo, já que os percentis são usados, estas medidas são plotadas em relação à mediana e não à média.

Seguindo tais diretrizes, a plotagem da distribuição da diferença entre as medidas (valores medidos usando o inclinômetro subtraídos dos valores medidos pelo pêndulo) junto com o método atualmente utilizado (pêndulo) foi feita e é mostrada na Figura 24. Para um melhor entendimento, a linha sólida representa a mediana da distribuição absoluta das

diferenças entre os métodos, e as linhas pontilhadas representam os limites do intervalo de confiança.

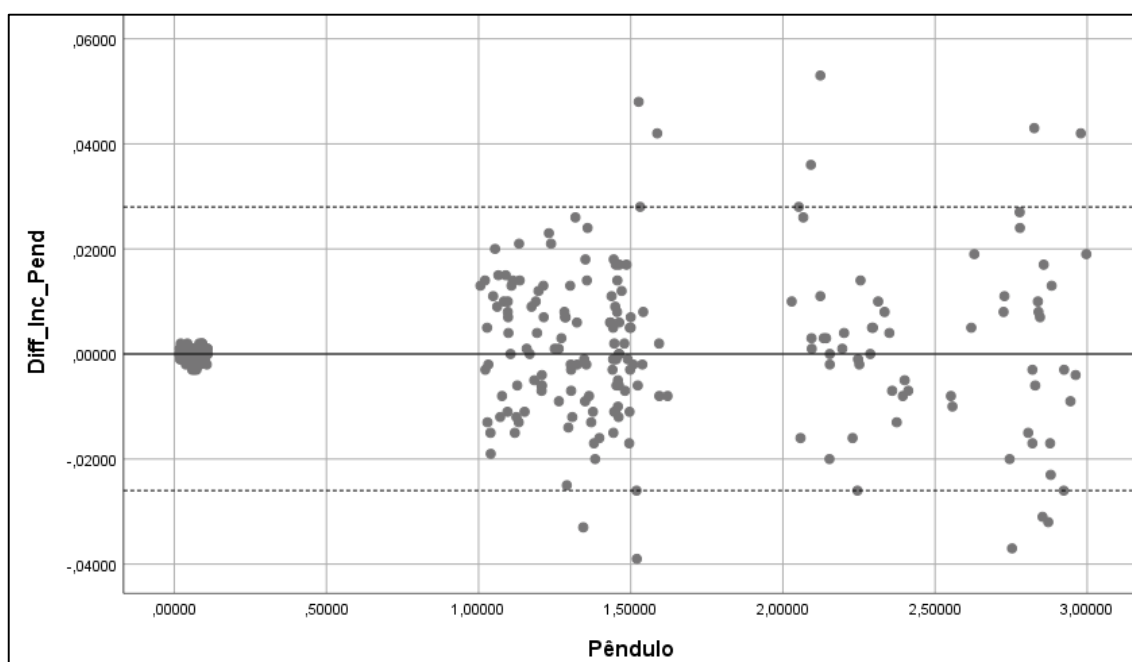


Figura 24. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e pêndulo. Fonte: Autor (2018).

Ao analisar os resultados das diferenças absolutas presentes no Apêndice VI e com o auxílio da plotagem presente na Figura 24, é possível observar que 268 valores (amostras) correspondentes às diferenças entre as medições obtidas pelos dois métodos estão dentro do intervalo de confiança de -0,0260 a 0,0280 em relação à mediana, cujo valor é 0. Isto corresponde a, aproximadamente, 96% dos valores, tendo como referência o número total de amostras igual a 279 valores de diferenças. Assim, pode-se verificar que mais de 95% dos valores, estão dentro da faixa do intervalo de confiança.

Apesar do resultado informado acima, um comportamento do gráfico demanda um cuidado adicional. Como é possível observar, o conjunto de pontos à esquerda do gráfico se aproxima a zero no eixo X, assim como a diferença entre os dois métodos é bastante pequena (aproximando a 0 também no eixo Y). Tendo em vista que esta plotagem leva em consideração medidas absolutas, é esperado que, mesmo métodos que não sejam estatisticamente correspondentes, apresentem tal comportamento.

Desta maneira, para não comprometer o estudo estatístico, uma outra plotagem foi realizada, porém, desta vez, o eixo Y contém os valores das diferenças relativas (em %) entre as medições feitas com inclinômetro digital e o pêndulo. Tal plotagem pode ser observada na Figura 25. Da mesma forma que na Figura 23, a linha sólida representa a mediana da

distribuição absoluta das diferenças entre os métodos, e as linhas pontilhadas representam os limites do intervalo de confiança.

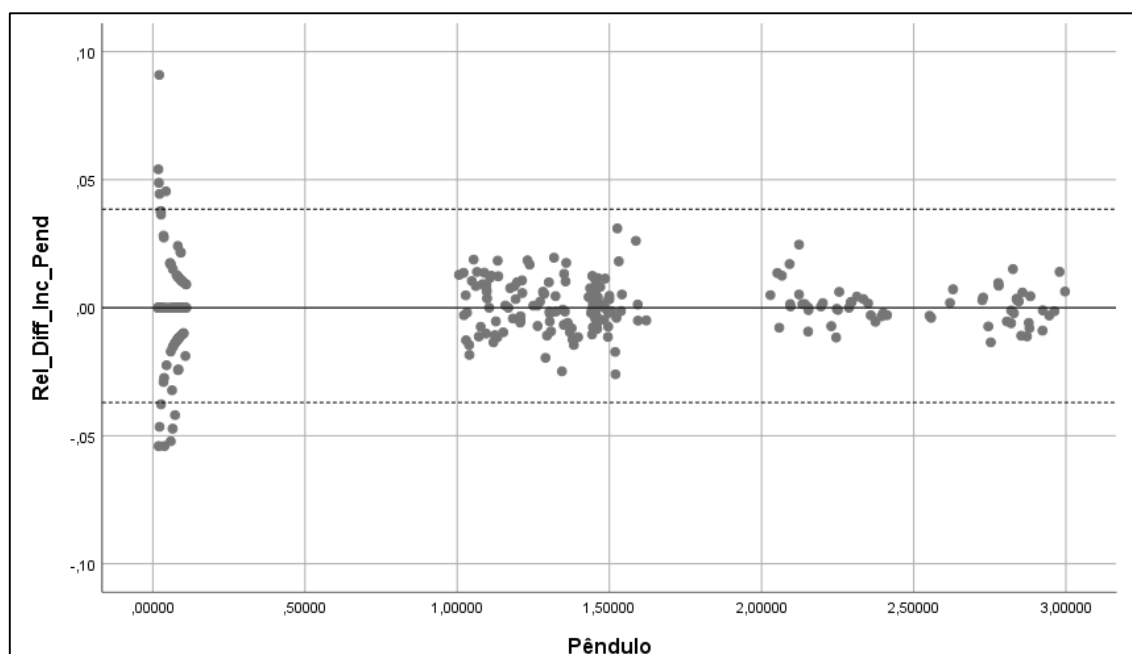


Figura 25. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e pêndulo.
Fonte: Autor (2018).

Outra vez é possível verificar que mais de 95% dos valores, aproximadamente, 268 valores, o equivalente a 96% do total de amostras, estão dentro do intervalo de confiança de -3,70% a 3,85% em relação à mediana (com valor 0), ou seja, levando em consideração estas duas análises, as medições realizadas pelo inclinômetro digital são estatisticamente correspondentes às medições realizadas utilizando o pêndulo.

Para a determinação do campo amostral, inicialmente foi realizada a análise das propriedades da distribuição da diferença entre as medições obtidas pelos dois métodos, inclinômetro digital e pêndulo. Logo, como discutido anteriormente, foi observado que os valores não são normalmente distribuídos. Em seguida, a média da distribuição e o desvio padrão foram calculados. Os valores da média das diferenças e do desvio-padrão das diferenças possuem os respectivos valores $\mu = 0,0008100$ e $Dp = 0,1248696$.

Por fim, foi definido como $0,03^\circ$ o valor máximo da diferença das leituras dos ângulos entre os métodos, o que é equivalente a 1% do ângulo limite de inclinação da embarcação (faixa de aceitação de 1° a 3°) para a realização do teste de inclinação, conforme determinado na NORMAM/DPC. Desta maneira, utilizando o método proposto por Lu et al. (2016), o espaço amostral necessário para uma análise significativa e definitiva da correspondência entre os dois métodos, inclinômetro digital e pêndulo, foi determinado em 178 embarcações.

6.2.2. Inclínômetro Digital e Tubo “U”

Da mesma maneira que no Item 6.2.1, foi verificado se a distribuição das diferenças entre as medições realizadas pelos dois métodos segue a forma da distribuição Gaussiana. Para isso foi realizada o teste de Shapiro-Wilk e de Kolmogorov-Smirnov. O resultado do teste é mostrado na Figura 26.

Descritivos						
		Estatística				
Diff_Inc_TU	Média				-,0000323	
	99% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior				-,0019554
		Limite superior				,0018909
	5% da média aparada				-,0002105	
	Mediana				,0000000	
	Variância				,000	
	Erro Desvio				,01238511	

Testes de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Diff_Inc_TU	,159	279	,000	,936	279	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Figura 26. Estatística descritiva e teste de normalidade para a distribuição da diferença entre as medições realizadas pelos métodos do inclinômetro digital e Tubo “U”. Fonte: Autor (2018).

Como pode-se observar na Figura 26, o valor de P (Sig) para ambos os testes é menor que 0,05, logo, outra vez, a pressuposição da normalidade deve ser rejeitada, e se deve calcular o intervalo de confiança usando percentis ou quartis. Logo, a plotagem da distribuição da diferença entre as medidas (valores medidos usando o inclinômetro subtraídos dos valores medidos pelo tubo “U”) junto com o método atualmente utilizado (tubo “U”) foi feita e é mostrada na Figura 27. Para um melhor entendimento, a linha sólida representa a mediana da distribuição absoluta das diferenças entre os métodos, e as linhas pontilhadas representam os limites do intervalo de confiança.

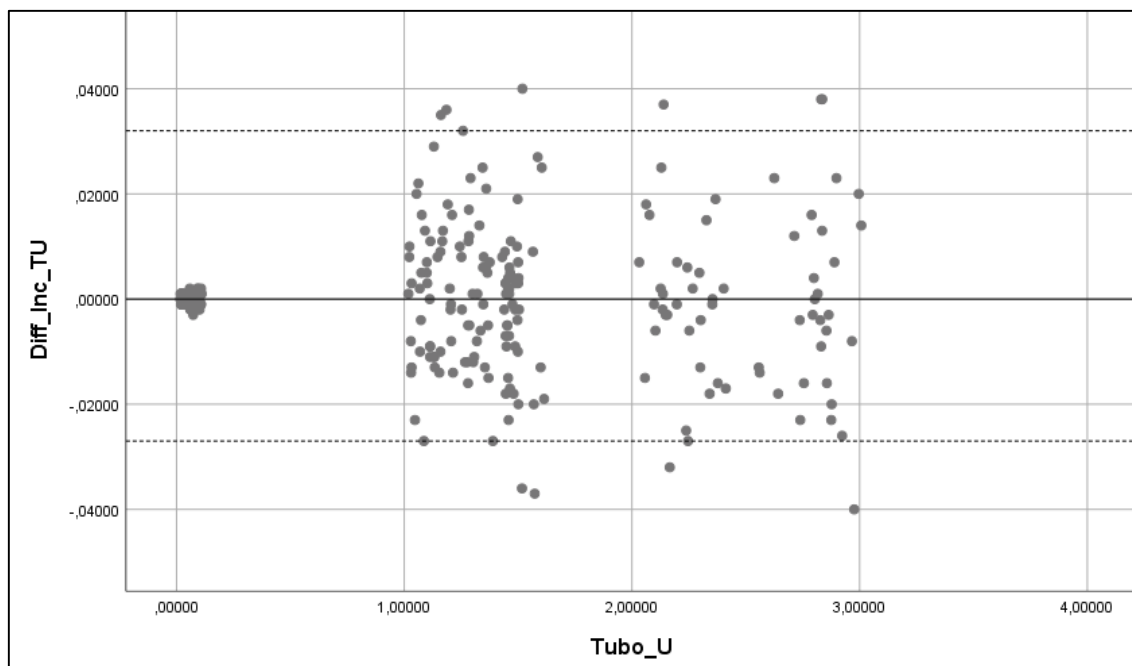


Figura 27. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e Tubo “U”.
Fonte: Autor (2018).

Após analisar os resultados das diferenças absolutas presentes no Apêndice VI e com o auxílio da plotagem presente na Figura 27, é possível observar que 270 valores (amostras) correspondentes às diferenças entre as medições obtidas pelos dois métodos estão dentro do intervalo de confiança de $-0,0270$ a $0,0320$ em relação a mediana, cujo valor é 0 . Isto corresponde a, aproximadamente, $96,77\%$ dos valores, tendo como referência o número total de amostras igual a 279 valores de diferenças. Assim, pode-se verificar que mais de 95% dos valores, estão dentro da faixa do intervalo de confiança.

Entretanto, assim como no caso do item 6.2.1, existe um “cluster” de valores nas proximidades de zero. Logo, outra vez para não comprometer o estudo estatístico, uma outra plotagem foi realizada, porém, desta vez, o eixo Y contém os valores das diferenças relativas (em %) entre as medições feitas com inclinômetro digital e o Tubo “U”. Tal plotagem pode ser observada na Figura 28. Da mesma forma que na Figura 27, a linha sólida representa a mediana da distribuição absoluta das diferenças entre os métodos, e as linhas pontilhadas representam os limites do intervalo de confiança.

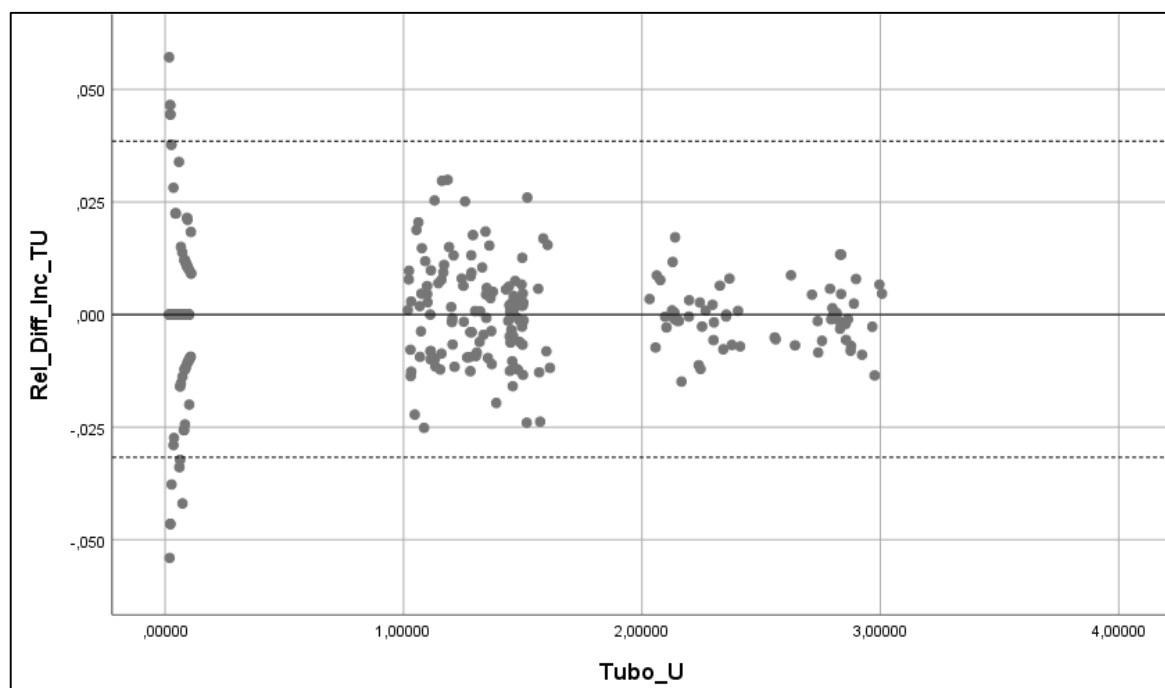


Figura 28. Plotagem de Bland-Altman para a comparação dos métodos inclinômetro digital e Tubo “U”.
Fonte: Autor (2018).

É possível novamente observar que mais de 95% dos valores, aproximadamente, 271 valores, o equivalente a 97,1% do total de amostras, estão dentro do intervalo de confiança de -3,17% a 3,85% em relação a mediana (com valor 0), ou seja, levando em consideração estas duas análises, as medições realizadas pelo inclinômetro digital são estatisticamente correspondentes às medições realizadas utilizando o tubo “U”.

Para a determinação do campo amostral, inicialmente, foi realizada a análise das propriedades da distribuição da diferença entre as medições obtidas pelos dois métodos, inclinômetro digital e Tubo “U”. Logo, como discutido anteriormente, foi observado que os valores não são normalmente distribuídos, em seguida, a média da distribuição e o desvio padrão foram calculados. Os valores da média das diferenças e do desvio-padrão das diferenças possuem os respectivos valores $\mu = -0,0000323$ e $Dp = 0,01238511$.

Por fim, foi definido como $0,03^\circ$ o valor máximo da diferença das leituras dos ângulos entre os métodos, o que é equivalente a 1% do ângulo limite de inclinação da embarcação (faixa de aceitação de 1° a 3°) para a realização do teste de inclinação, conforme determinado na NORMAM/DPC. Desta maneira, utilizando o método proposto por Lu et al. (2016), o espaço amostral necessário para uma análise significativa e definitiva da correspondência entre os dois métodos, inclinômetro digital e Tubo “U”, foi determinado em 149 embarcações.

6.3 ANÁLISE QUALITATIVA DOS RESULTADOS

Com base nos resultados dos Itens 6.2.1 e 6.2.2 e no Apêndice VI, é possível discorrer sobre algumas peculiaridades dos testes e acerca das respostas dos métodos em cada tipo de embarcação. Para tal, foram elaboradas as Tabelas 4 e 5, as quais apresentam a média absoluta das diferenças das medições dos ângulos de inclinação com os métodos inclinômetro digital e pêndulo, e inclinômetro digital e Tubo “U” respectivamente, de acordo com o tipo de embarcação.

Tabela 4. Média das diferenças das medições de acordo com o tipo de embarcação. Fonte: Autor (2017).

INCLINÔMETRO DIGITAL - PÊNDULO					
Tipos de Embarcações	Passageiros	Catamarã	Empurrador	Ferry-Boat	Lancha
Média Absoluta das Diferenças	0,00699	0,00743	0,00813	0,00815	0,01012

Tabela 5. Média das diferenças das medições de acordo com o tipo de embarcação. Fonte: Autor (2017).

INCLINÔMETRO DIGITAL – TUBO “U”					
Tipos de Embarcações	Passageiros	Catamarã	Empurrador	Ferry-Boat	Lancha
Média Absoluta das Diferenças	0,00722	0,00759	0,0069	0,00852	0,01266

Com base na leitura da Tabela 4, pode-se observar que as maiores diferenças de medições entre os dois métodos, inclinômetro digital e pêndulo, ocorreram em embarcações monocasco, com perfil hidrodinâmico, como as Lanchas e os Empurradores. O motivo para tal diferença mais elevada, está ligada diretamente ao formato do casco, o qual está mais suscetível a inclinações, pois possui um perfil hidrodinâmico de menor resistência (coeficiente de bloco baixo), assim, qualquer interferência externa de vento, corrente, onda e outros, afeta a leitura dos ângulos e gera as diferenças das medições.

Ainda de acordo com a Tabela 4, as elevadas diferenças obtidas nas leituras das embarcações tipo Ferry-Boat não eram esperadas, uma vez que, possuem características exatamente opostas às das lanchas e empurradores, apresentando, casco chato, sem perfil hidrodinâmico de maior resistência e coeficiente de bloco elevado. No entanto, estas diferenças de medições podem ser justificadas devido às grandes dimensões das embarcações, o que

causaria um lapso temporal entre a medição em um instrumento e do outro, ou seja, o tempo de deslocamento para leitura do inclinômetro digital para o pêndulo, pode ter acarretado no erro das medições, assim, gerando as diferenças nos valores medidos.

Os barcos de passageiros e os catamarãs apresentaram diferenças entre as leituras de inclinações por meio do inclinômetro digital e do pêndulo já esperadas devido ao formato dos cascos e às características das embarcações, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Já com relação aos métodos inclinômetro digital e Tubo “U”, com base na leitura da Tabela 5, pode-se observar que as maiores diferenças de medições entre os dois métodos, inclinômetro digital e Tubo “U” ocorreram, também, nas embarcações do tipo Lancha. O motivo para tal diferença mais elevada está ligado diretamente ao formato do casco, o qual está mais suscetível a inclinações, pois possui um perfil hidrodinâmico de menor resistência (coeficiente de bloco baixo), assim, qualquer interferência externa de vento, corrente, onda e outros, afeta a leitura dos ângulos e gera as diferenças das medições.

Novamente, na Tabela 5, pode-se verificar as elevadas diferenças obtidas nas leituras das embarcações tipo Ferry-Boat não eram esperadas, uma vez que, possuem características exatamente opostas às das lanchas, apresentando casco chato, sem perfil hidrodinâmico de maior resistência e coeficiente de bloco elevado. No entanto, estas diferenças de medições podem ser justificadas devido as grandes dimensões das embarcações, o que causaria um lapso temporal entre a medição em um instrumento e do outro, ou seja, o tempo de deslocamento para leitura do inclinômetro digital para o Tubo “U”, pode ter acarretado no erro das medições, assim, gerando as diferenças nos valores medidos.

Ainda em relação aos métodos Tubo “U” e inclinômetro digital, na Tabela 5, os baixos valores das diferenças obtidas nas leituras das embarcações tipo Empurrador não eram esperadas, uma vez que, possuem características semelhantes às das lanchas, apresentando casco com perfil hidrodinâmico de menor resistência e coeficiente de bloco baixo, o que facilitaria a interferência externa de vento, corrente, onda e outros, sobre as leituras dos ângulos, gerando as diferenças das medições. Um contraponto, e possivelmente o motivo para tais baixas diferenças é o tamanho reduzido destas embarcações, o que facilita a leitura ágil e rápida dos instrumentos, reduzindo o lapso temporal entre uma medida e outra, podendo assim, reduzir as diferenças entre as leituras.

Novamente, os barcos de passageiros e os catamarãs apresentaram diferenças das medições entre o inclinômetro digital e o Tubo “U” já esperadas devido ao formato dos cascos e as características das embarcações.

Em seguida, utilizando como referência as Figuras 24 e 25 do item 6.2.1 referente às diferenças das leituras obtidas pelos métodos inclinômetro digital e pêndulo, e as Figuras 27 e 28 do item 6.2.2 referente às diferenças das leituras obtidas pelos métodos inclinômetro digital e Tubo “U”, é importante apontar os motivos pelos quais há um comportamento diferente das diferenças das medições entre os dois gráficos apresentados nas respectivas figuras. Com base nos gráficos, pode-se fazer três assertivas:

- A. Há uma concentração de medições de diferenças próximas a 0 no eixo X e no eixo Y, nos gráficos das Figuras 24 e 27. Já nas Figura 25 e 28, os mesmos pontos permanecem próximos de 0 no eixo X, porém apresentam valores bastante elevados no Eixo Y.
- B. Nas Figuras 24 e 27, há uma concentração de pontos na parte central do gráfico, com valores entre $1,0^\circ$ e $1,6^\circ$ no eixo X, e com valores no eixo Y espalhados, alguns dentro do intervalo de confiança e outros fora. Já nas Figuras 25 e 28, os mesmos pontos permanecem na parte central do gráfico, porém apresentam valores no eixo Y menores, todos dentro do intervalo de confiança.
- C. Há uma concentração de pontos de diferenças próximas a parte final do gráfico das Figuras 24 e 27, com valores entre $2,0^\circ$ e $3,0^\circ$ no eixo X, e com valores no eixo Y espalhados, alguns dentro do intervalo de confiança e outros fora. Já nas Figuras 25 e 28, os mesmos pontos permanecem na parte final do gráfico, porém apresentam valores no eixo Y menores, todos dentro do intervalo de confiança.

Quanto à afirmativa “A”, estes pontos correspondem aos valores das medições obtidas nos “movimentos” inicial, 04 e 08, os quais apresentam os menores valores absolutos de ângulos de inclinação, uma vez que, consistem na posição inicial da embarcação sem momento inclinante. Por este motivo, apresentam valores de diferenças absolutas bem pequenos e bem próximos de zero. No entanto, por tratar-se de ângulos muito baixos, qualquer variação (erro) acarreta em diferenças relativas bastante elevadas, e por esta causa, nas Figuras 25 e 28, estes pontos apresentaram valores no eixo Y bastante elevados, em contraponto ao observado nas Figuras 24 e 27.

Em relação à afirmativa “B”, os pontos localizados na parte central dos gráficos, correspondem aos valores das medições dos ângulos obtidas nos “movimentos” 01, 03, 05 e 07, os quais apresentam ângulos de inclinação intermediários, dentro da faixa de aceitação de $1,0^\circ$ a $3,0^\circ$ da NORMAM/DPC. Por este motivo, apresentam comportamento com diferenças absolutas médias nas Figuras 24 e 27, porém diferenças relativas baixas nas Figuras 25 e 28.

Em relação à afirmativa “C”, os pontos localizados na parte final dos gráficos, correspondem aos valores das medições dos ângulos obtidas nos “movimentos” 02 e 06, os quais apresentam ângulos de inclinação máximos, dentro da faixa de aceitação de 1,0° a 3,0° da NORMAM/DPC. Por este motivo, apresentam comportamento com diferenças absolutas altas nas Figuras 24 e 27, porém diferenças relativas baixíssimas nas Figuras 25 e 28.

A partir do exposto acima, observa-se que, tanto para as diferenças inclinômetro digital e pêndulo, quanto para inclinômetro digital e Tubo “U”, os “movimentos”: Inicial, 04 e 08 tendem a apresentar diferenças absolutas baixas, porém diferenças relativas elevadas; 01, 03, 05 e 07 tendem a apresentar diferenças absolutas médias e diferenças relativas baixas; 02 e 06 diferenças absolutas altas, porém diferenças relativas baixíssimas. Com base nisso, verifica-se que haverá diferenças mais significativas em ângulos de inclinação mais baixos, assim, o cuidado na utilização do inclinômetro digital ao invés do pêndulo e/ou do Tubo “U” deve ser utilizada com cautela neste intervalo de ângulos de inclinação baixos.

Em termos qualitativos, pode-se avaliar, ainda, a ergonomia, a velocidade e a praticidade de executar a leitura dos ângulos de inclinação com os três métodos, sempre atendendo os limites estipulados pelas Normas da Marinha do Brasil.

Primeiramente, quanto à ergonomia, o método do pêndulo, por ser composto por elementos de grandes dimensões e necessitar de uma estrutura para fixar o fio de aço, causa uma certa dificuldade na instalação dos equipamentos a bordo da embarcação, sendo mais invasivo que os demais métodos e necessitando de uma estrutura elevada para fixação do fio, o que causa contratempos quando a embarcação, não possui estrutura para tal. Para o Tubo “U”, por tratar-se de apenas mangueiras, é necessária uma superfície vertical que possa fixá-lo, no entanto, esta necessidade causa problemas quando a embarcação não possui estrutura para tal, caso dos ferry-boats (convés livre). Já para o Inclinômetro Digital, é necessário apenas posicioná-lo em qualquer superfície plana, sem a necessidade de régua, trena ou papel, sendo menos invasivo à embarcação e à tripulação.

Em seguida, com relação à velocidade para executar a leitura dos ângulos, o inclinômetro digital é o instrumento mais rápido e veloz, uma vez que informa instantaneamente os ângulos de inclinação, facilitando e possibilitando a verificação imediata do ângulo de inclinação, para garantir a permanência no intervalo de aceitação (validação) da norma. Ademais, as leituras não precisam ser feitas com régua, trena, tampouco nos dois bordos, reduzindo o tempo de execução das leituras dos ângulos de cada movimento e o tempo de execução do teste. O pêndulo, é o segundo mais rápido, uma vez que é necessário realizar a medição apenas em um pêndulo a vante e a ré, no entanto, como a leitura é das deflexões e não

dos ângulos, isto causa atraso e aumento no tempo de execução da prova. Já o tubo “U”, realiza-se medições a vante e a ré, a bombordo e a boreste, totalizando quatro medições para cada movimento, o dobro de medições dos demais métodos. Ademais, no tubo “U”, as medições são dos desníveis, e não dos ângulos, isto causa um atraso ainda maior e aumento no tempo de execução da prova.

Com base nas observações acima, pode-se definir o Inclinômetro Digital como o método de leitura dos ângulos de inclinação da embarcação mais ergonômico, mais fácil e mais ágil, além de possibilitar a verificação imediata do ângulo de inclinação, garantindo a permanência da inclinação da embarcação no intervalo de validação da norma. Portanto, pode ser considerado o método mais prático para medir os ângulos de inclinação das embarcações nas provas de inclinação.

6.4 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO NOVO PROCEDIMENTO

Neste último tópico será avaliada a viabilidade técnica do novo procedimento de determinação da posição vertical do centro de gravidade, que, resumidamente, concentra-se na avaliação do novo método de leitura dos ângulos de inclinação, o inclinômetro digital.

Nesta análise, não serão avaliados pontos econômicos-financeiros, tampouco, ambientais, sendo utilizados os resultados obtidos nas medições a bordo das embarcações, presentes nos Apêndices VI e VII, bem como, os resultados na análise estatística e da análise qualitativa realizadas anteriormente.

Para avaliar se a utilização do inclinômetro digital é viável tecnicamente, em substituição ao pêndulo e ao tubo “U”, foram realizadas algumas observações e verificações acerca dos resultados apresentados anteriormente, como pode ser visualizado abaixo:

- A. O Tubo “U” e o Pêndulo fornecem ao engenheiro responsável pela prova a deflexão da embarcação, propriedade que será utilizada no cálculo do ângulo de inclinação. Já o inclinômetro digital apresenta diretamente o ângulo de inclinação da embarcação. Logo, os três equipamentos possuem a mesma utilidade e fornecem as mesmas informações.
- B. Ao fornecer imediatamente o ângulo de inclinação da embarcação, o inclinômetro digital, permite o engenheiro responsável pelo teste observar e controlar o ângulo de inclinação da embarcação. Assim, garante-se que o teste de inclinação será realizado dentro do intervalo de validação dos resultados,

estipulado pelas normas. Ao contrário do que é fornecido pelo Tubo “U” e pelo Pêndulo, os quais não garantem esta possibilidade ao responsável pela prova.

- C. Com base nos resultados da análise qualitativa, o inclinômetro digital é considerado o método mais ergonômico, ágil e prático para leitura dos ângulos de inclinação, uma vez que, ao contrário, dos demais métodos (Tubo “U” e Pêndulo”), não necessita de estruturas verticais ou superiores para fixação, possuindo pequenas dimensões, podendo ser posicionado sobre qualquer superfície plana, além de necessitar de apenas duas medições por movimento.
- D. Tendo como referência a análise estatística presente no item 6.2, constatou-se que o inclinômetro digital apresentou medições dos ângulos de inclinação das embarcações estatisticamente correspondentes às medições realizadas utilizando o Tubo “U” e o Pêndulo. Assim, pôde-se verificar uma tendência dos três métodos a apresentarem resultados semelhantes (aproximados) das medições.

Como referência às assertivas acima, observa-se que o Método Inclinômetro Digital apresenta propriedades semelhantes, resultados estatisticamente correspondentes e mais vantagens, em termos qualitativos, em comparação aos métodos atuais (Tubo “U” e Pêndulo) de medição dos ângulos de inclinação. Desta maneira, pode-se definir o Inclinômetro Digital como tecnicamente viável para executar leituras dos ângulos de inclinação das embarcações nos testes de inclinação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo conseguiu alcançar o objetivo geral, bem como, todos os objetivos específicos traçados inicialmente. De uma forma geral, no Capítulo 2, foi apresentada a fundamentação teórica completa do estudo, contendo a revisão bibliográfica referente ao tema abordado e, principalmente, a determinação do ângulo de validação dos resultados para pequenos ângulos de inclinação. Em seguida, no Capítulo 3, definiu-se o novo método de determinação do ângulo de inclinação em um Teste de Inclinação, o qual utiliza-se inclinômetros digitais para a leitura dos ângulos de inclinação da embarcação durante o teste. Além do desenvolvimento do novo procedimento de execução do teste de inclinação e do novo modelo de relatório da prova.

Na sequência, no Capítulo 4, foram obtidas importantes contribuições de profissionais atuantes na área naval, os quais apresentaram, a partir da visão operacional, as vantagens e desvantagens da utilização do inclinômetro digital como método de leitura dos ângulos de inclinação das embarcações. Já no Capítulo 5, delimitou-se o método utilizado para análise estatística dos resultados, o qual consiste na análise de Bland & Altman (1986). Esta análise foi executada sobre 279 valores de diferenças de leituras, as quais são provenientes das diferenças das medições em 31 embarcações e de 9 movimentos (8 movimentos e acrescida a posição inicial), considerando valores médios das leituras a vante e a ré.

A Análise estatística dos resultados foi realizada no Capítulo 6, iniciando na verificação da correspondência das medições entre os métodos inclinômetro digital e pêndulo. A partir dos 279 valores de diferenças de medições plotados no gráfico. A média das diferenças foi de $0,00081^\circ$ e a mediana $0,000^\circ$. Após plotar no gráfico os intervalos de confiança, verificou-se que 268 valores (amostras) correspondentes às diferenças entre as medições obtidas pelos dois métodos estão dentro do intervalo de confiança de $-0,0260$ a $0,0280$ em relação à mediana. Isto corresponde a, aproximadamente, 96% dos valores.

Em adicional, para a análise completa da relação inclinômetro digital – pêndulo, foi realizado o mesmo procedimento citado acima, porém, plotando-se as diferenças relativas, verificando-se que mais de 95% dos valores, aproximadamente, 268 valores, o equivalente a 96% do total de amostras, estão dentro do intervalo de confiança de $-3,70\%$ a $3,85\%$ em relação à mediana (com valor 0), ou seja, levando em consideração estas duas análises, as medições realizadas pelo inclinômetro digital são estatisticamente correspondentes às medições realizadas utilizando o pêndulo.

O mesmo procedimento de análise foi realizado para a correspondência inclinômetro digital e Tubo “U”, onde a média das diferenças é de $0,0000323^\circ$, observou-se que 270 valores (amostras) correspondentes às diferenças entre as medições obtidas pelos dois métodos estão dentro do intervalo de confiança de $-0,0270$ a $0,0320$ em relação a mediana, cujo valor é 0. Isto corresponde a, aproximadamente, 96,77% dos valores.

Em complemento, também, foi realizada análise das diferenças relativas, onde observou-se que, novamente, mais de 95% dos valores, aproximadamente, 271 valores, o equivalente a 97,1% do total de amostras, estão dentro do intervalo de confiança de $-3,17\%$ a $3,85\%$ em relação a mediana (com valor 0), ou seja, levando em consideração estas duas análises, as medições realizadas pelo inclinômetro digital são estatisticamente correspondentes às medições realizadas utilizando o tubo “U”.

Com base nos resultados da análise estatística, foram definidos os espaços amostrais necessários para uma análise significativa e definitiva da correspondência entre os três métodos. Na análise inclinômetro digital e pêndulo, foi determinado um campo amostral de 178 embarcações. Já para a análise de correspondência inclinômetro digital e Tubo “U”, foi determinado um campo amostral de 149 embarcações.

Ainda no Capítulo 6, foi executada a análise qualitativa dos resultados, onde definiu-se o Inclinômetro Digital como o método de leitura dos ângulos de inclinação da embarcação mais ergonômico, mais fácil e mais ágil, além de possibilitar a verificação imediata do ângulo de inclinação, garantindo a permanência da inclinação da embarcação no intervalo de validação da norma. Portanto, pode ser considerado o método mais prático para medir os ângulos de inclinação das embarcações nas provas de inclinação. No entanto, deve-se ter cautela na substituição do pêndulo e/ou do Tubo “U” pelo inclinômetro digital, nos intervalos de ângulos de inclinação baixos, aproximadamente, de 0° a $0,5^\circ$.

Ainda no Capítulo 6, avaliou-se a viabilidade técnica do inclinômetro digital como método de leitura dos ângulos de inclinação de embarcações durante a execução dos testes de inclinação, onde concluiu-se que o Método Inclinômetro Digital apresenta propriedades semelhantes, resultados estatisticamente correspondentes e mais vantagens, em termos qualitativos, em comparação aos métodos atuais (Tubo “U” e Pêndulo) de medição dos ângulos de inclinação. Desta maneira, pode-se definir o Inclinômetro Digital como tecnicamente viável para executar leituras dos ângulos de inclinação das embarcações nos testes de inclinação.

Para complementar e facilitar o início da utilização do inclinômetro digital como método de medição dos ângulos de inclinação de embarcações durante a execução dos testes de inclinação, elaborou-se o modelo de Relatório da Prova de Inclinação, adotando o inclinômetro

digital como instrumento padrão para a leitura dos ângulos, o qual está presente no Apêndice I. O modelo de relatório da prova de inclinação para o inclinômetro digital foi desenvolvido com base no modelo definido e estipulado pela Marinha do Brasil (2005), seguindo todas as diretrizes determinadas.

Tendo como referência as análises (estatísticas e qualitativas), conclusões e informações supracitadas e utilizando como referência Richter & Svensson (2005) e Franklin (1990), pode-se afirmar que o modelo de inclinômetro mais prático e eficiente é o inclinômetro digital com recursos eletrônicos, uma vez que possui sistema de sensores eletrônicos para detecção do nível, apresentando assim um elevado grau de precisão dos resultados, sem os erros de leitura e medição que os demais métodos manuais dispõem. Desta maneira, apesar do custo um pouco mais elevado, mesmo que o avanço da tecnologia tenha popularizado este modelo, o inclinômetro digital com recursos eletrônicos é o mais rápido, fácil, preciso e possibilita uma repetibilidade das medições maior, necessitando, apenas, de fixação do equipamento sobre uma superfície plana, sem ondulações e movimentos rotacionais e translacionais durante a inclinação da estrutura.

Como sugestão para trabalhos futuros, os quais possuam como objeto de estudo a prova de inclinação ou a utilização do Inclinômetro Digital como método de leitura dos ângulos de inclinação ou utilizem informações e dados do presente estudo, tem-se:

- Estudo definitivo do inclinômetro digital como método de leitura dos ângulos de inclinação de embarcações em testes de inclinação.
- Análise da repetibilidade das medições utilizando o inclinômetro digital para leitura dos ângulos de inclinação de embarcações em testes de inclinação.
- Análise da influência dos meios naturais nas medições dos ângulos de inclinação das embarcações.
- Análise do erro relativo das medições dos ângulos de inclinação das embarcações devido a interferência humana ou dos meios naturais.
- Estudo piloto do inclinômetro digital como método de leitura dos ângulos de inclinação de plataformas de exploração de petróleo em testes de inclinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (2013). *Standard Guide for Conducting a Stability Test (Lightweight Survey and Inclining Test Experiment) to Determine the Light Ship Displacement and Centers of Gravity of a Vessel*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.

ARMS, S. W., & TOWNSEND, C. P. (2005). *UNITED STATES OF AMERICA Patente N° US6871413B1*.

BARRASS, B., & DERRETT, D. R. (2006). *Ship Stability for Masters and Mates*. Burlington, Massachusetts, UNITED STATES OF AMERICA: Elsevier Butterworth-Heinemann.

BIRAN, A. B. (2003). *Ship Hydrostatics and Stability*. Burlington, Massachusetts, UNITED STATES OF AMERICA: Elsevier Butterworth-Heinemann.

BLAND, J., & ALTMAN, D. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, 307-310.

BLAND, J., & ALTMAN, D. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, 135-160.

BRAZDZIONYTE, J., & MACAS, A. (2007). Bland-Altman analysis as an alternative approach for statistical evaluation of agreement between two methods for measuring hemodynamics during acute myocardial infarction. *Medicina*, 208-214.

BRINEY, M. S., HEIDEL, J. C., & SWARTZ, H. L. (1986). *GREAT BRITAIN, EUROPE Patente N° EP0194087A2*.

DET NORSKE VERITAS. (1990). *LIGHTWEIGHT DETERMINATION - SHIPS (INCLINING TEST AND LIGHTWEIGHT SURVEY)*. HOVIK, NORWAY: DET NORSKE VERITAS.

DIEHL, W. J., & WILCZYNSKI, V. (1995). AN ALTERNATIVE APPROACH TO DETERMINE A VESSEL'S CENTER OF GRAVITY: THE CENTER OF BUOYANCY METHOD. *OCEAN ENGINEERING*, 563-570.

FRANKLIN, R. C. (1990). *UNITED STATES OF AMERICA Patente N° US4942668*.

GERMANISCHER LLOYD. (2011). *Leaflet for Inclining Test and Lightweight Survey*. HAMBURG, GERMANY: GERMANISCHER LLOYD.

GIAVARINA, D. (2015). Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica*, 141-151.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES. (2004). *INCLINING TEST UNIFIED PROCEDURE*. LONDON, UNITED KINGDOM: INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. (2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea*. LONDON, UNITED KINGDOM: INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION.

KROUWER, J. (2008). Why Bland–Altman plots should use X, not $(Y+X)/2$ when X is a reference method. *Statistics in Medicine*, 778-780.

KUO, C., & WELAYA, Y. (1981). A REVIEW OF INTACT SHIP STABILITY RESEARCH AND CRITERIA. *OCEAN ENGINEERING*, 65-84.

LEVEL DEVELOPMENTS. (2018). MODELS OF INCLINOMETERS. Disponível em: <www.leveldevelopments.com/products/inclinometers>. Acesso em 12/09/2017.

LU, M.-J., ZHONG, W.-H., LIU, Y.-X., MIAO, H.-Z., LI, Y.-C., & JI, M.-H. (2016). Sample Size for Assessing Agreement between Two Methods of Measurement by Bland–Altman Method. *The International Journal of Biostatistics*, 12.

MARINHA DO BRASIL. (2003). *Normas da Autoridade Marítima para Reconhecimento de Sociedades Classificadoras para Atuarem em Nome do Governo Brasileiro*. RIO DE JANEIRO: DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS.

MARINHA DO BRASIL. (2005). *NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA EMBARCAÇÕES EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO EM MAR ABERTO*. RIO DE JANEIRO: DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS.

MARINHA DO BRASIL. (2005). *NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA EMBARCAÇÕES EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO INTERIOR*. RIO DE JANEIRO: DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS.

MARITIME AND COASTGUARD AGENCY. (2014). *GUIDANCE NOTES FOR CARRYING OUT AN INCLINING TEST*. LONDRES, UNITED KINGDOM: UNITED KINGDOM.

MARTELLI FILHO, J., MALTAGLIATI, L. Á., TREVISAN, F., & GIL, C. T. (2005). New statistical methods to evaluate reproducibility. *Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial*, 122-129.

NAGLE, R. E., & BUTLER, A. G. (1994). *UNITED STATES OF AMERICA Patente N° US5335190*.

NAYAK, B. (2010). Understanding the relevance of sample size calculation. *Indian Journal of Ophthalmology*, 469-470.

RICHTER, L., & SVENSSON, P. (2005). *UNITED STATES OF AMERICA Patente N° US20050166410A1*.

SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS & MARINE ENGINEERS. (1988). *PRINCIPLES OF NAVAL ARCHITECTURE* (Vol. I). (E. V. LEWIS, Ed.) JERSEY CITY, NEW JERSEY, UNITED STATES OF AMERICA: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

SWARTZ, H. L., HOOGERVORST, T. R., & LANE, L. R. (1985). *UNITED STATES OF AMERICA Patente N° US4503622*.

THABANE, L., MA, J., CHU, R., CHENG, J., ISMAILA, A., RIOS, L., . . . GOLDSMITH, C. (2010). A tutorial on pilot studies: The What, Why and How. *BMC Medical Research Methodology*, 1-10.

TIMOSSI, L. S., JUNIOR, G. S., & FRANCISCO, A. C. (2008). *PROCEDIMENTOS NO PLANEJAMENTO DE AMOSTRAS EM PESQUISAS SOBRE QUALIDADE DE VIDA*. RIO DE JANEIRO: ENEP.

TRIOLA, M. F. (1999). *INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA*. BELO HORIZONTE: LTC.

TUPPER, E. C. (2004). *Introduction to Naval Architecture*. Burlington, Massachusetts, UNITED STATES OF AMERICA: Elsevier Butterworth-Heinemann.

WOODWARD, M. D., RIJSBERGEN, M. V., HUTCHINSON, K. W., & SCOTT, A. (2016). UNCERTAINTY ANALYSIS PROCEDURE FOR THE SHIP INCLINING EXPERIMENT. *OCEAN ENGINEERING*, 79-86.

ZAKI, R., BULGIBA, A., ISMAIL, R., & ISMAIL, N. (2012). Statistical Methods Used to Test for Agreement of Medical Instruments Measuring Continuous Variables in Method Comparison Studies: A Systematic Review. *PLOS ONE*, 5.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC
FACULDADE DE ENGENHARIA NAVAL – FENAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL

LUCCA SOARES DO VALLE MIRANDA

APÊNDICES

**ESTUDO PILOTO PARA ELABORAÇÃO DE MÉTODO ALTERNATIVO DE
VERIFICAÇÃO DA ALTURA DO CENTRO DE GRAVIDADE EM UM TESTE DE
INCLINAÇÃO DE EMBARCAÇÕES.**

BELÉM - PA

2018

APÊNDICE I - RELATÓRIO DA PROVA DE INCLINAÇÃO

Inclinômetro Digital

TABELA 01 - INFORMAÇÕES GERAIS DA PROVA.

1.1 - DADOS GERAIS DA EMBARCAÇÃO.

NOME DA EMBARCAÇÃO:	XXXXXXXX
ARMADOR:	XXXXXXXX
ESTALEIRO CONSTRUTOR:	XXXXXXXX
TIPO DE EMBARCAÇÃO:	XXXXXXXX

1.2 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS.

COMPRIMENTO TOTAL =	XXXXXXXX
COMPRIMENTO ENTRE PERPENDICULARES =	XXXXXXXX
BOCA MOLDADA =	XXXXXXXX
PONTAL MOLDADO =	XXXXXXXX
CALADO DE PROJETO =	XXXXXXXX

1.3 - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DO TESTE.

LOCAL DE EXECUÇÃO DO TESTE =	XXXXXXXX
DATA E HORA DE EXECUÇÃO DO TESTE =	XXXXXXXX
FISCAL DO ARMADOR =	XXXXXXXX
FISCAL DA SOCIEDADE CLASSIFICADORA =	XXXXXXXX
OUTROS FISCAIS =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE TRIM E BANDA =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE AMARRAÇÃO =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE VENTO E MAR =	XXXXXXXX

Observações:

LUCCA SOARES DO VALLE MIRANDA
CREA PA 151509317-4
ENG. NAVAL RESPONSÁVEL

TABELA 02 - CALADOS E DENSIDADES.

2.1 - TABELA DE LEITURA DOS CALADOS.

Posição	Calados Lidos nas Marcas		
	Bombordo	Boreste	Média
Ré	0,000	0,000	0,000
Meio-navio	0,000	0,000	0,000
Vante	0,000	0,000	0,000

2.2 - TABELA DE MEDIÇÃO DAS BORDA-LIVRES.

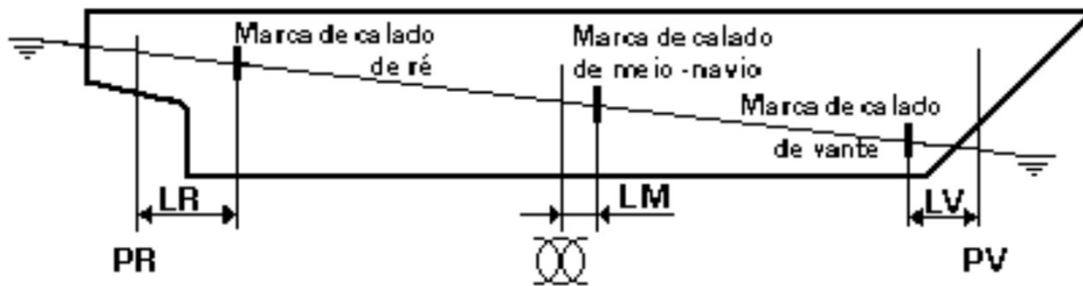
POSIÇÃO	LOCAL DE MEDIÇÃO	Pontal no Local da Medição	Bordas Livres		Calados Correspondentes		
			BB	BE	BB	BE	MÉDIA
Ré	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Meio-Navio	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Vante	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!

2.3 - TABELA DOS COEFICIENTES.

TRIM =	#VALOR!	LRV =	#VALOR!	dTPR =	#VALOR!
1% LPP =	#VALOR!	Tg (a) =	#VALOR!	dTMN =	#VALOR!
OBS.:				dTPV =	#VALOR!
LR =	XXXX	LM =	XXXX	LV =	XXXX

2.4 - CALADOS NAS PERPENDICULARES.

RÉ =	#VALOR!	MEIO-NAVIO =	#VALOR!	VANTE =	#VALOR!
------	---------	--------------	---------	---------	---------



2.5 - DENSIDADES MEDIDAS.

RÉ =	1,000	MEIO-NAVIO =	1,000	VANTE =	1,000	MÉDIA =	1,000
------	-------	--------------	-------	---------	-------	---------	-------

Observações:

A Tabela 2.2 só necessita ser utilizada quando a medição dos calados através das marcas de calado da embarcação for inviável.

Quando o trim for maior que 1% da LPP, as características Hidrostáticas devem ser obtidas através das Curvas de Bonjean.

LRV = Distância longitudinal entre os locais de medição (dos calados ou borda-livres).

LR = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado de Ré ou o Local de Medição de Borda-Livre de Ré e a Perpendicular de Ré.

LM = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado da Meia-Náu ou o Local de Medição de Borda-Livre e a Meia-Náu.

LV = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado de Vante ou o Local de Medição de Borda-Livre de Vante e a Perpendicular de Vante.

TABELA 03 - SONDAGEM DOS TANQUES.

Tanque	Altura	Volume (m³)	Peso Espec. (t/m³)	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)	Inércia (m⁴)	I x γ (t.m)
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000

TABELA 04 - PESOS À DEDUZIR DA CONDIÇÃO DE PROVA

ITEM	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)
			0,00		0,00
PESO A			0,00		0,00
PESO B			0,00		0,00
PESO C			0,00		0,00
PESO D			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00

TABELA 05 - PESOS À ACRESCENTAR DA CONDIÇÃO DE PROVA

ITEM	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)
TOTAL	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00

REFERÊNCIAS: Longitudinal - PPAR
Vertical - LB

TABELA 06 - LEITURA DOS PÊNDULOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 07 - LEITURA DO TUBO "U" - NÍVEIS A BB - NÃO APLICÁVEL

TABELA 08 - LEITURA DO TUBO "U" - NÍVEIS A BE - NÃO APLICÁVEL

TABELA 09 - LEITURA DOS INCLINÔMETROS

INCLINÔMETRO DE RÉ

LOCALIZAÇÃO:												
Movimento	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	Geral										Média	
Inicial												#DIV/0!
1												#DIV/0!
2												#DIV/0!
3												#DIV/0!
4												#DIV/0!
5												#DIV/0!
6												#DIV/0!
7												#DIV/0!
8												#DIV/0!

INCLINÔMETRO DE VANTE

LOCALIZAÇÃO:												
Movimento	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	Geral										Média	
Inicial												#DIV/0!
1												#DIV/0!
2												#DIV/0!
3												#DIV/0!
4												#DIV/0!
5												#DIV/0!
6												#DIV/0!
7												#DIV/0!
8												#DIV/0!

TABELA 10 - SEQUÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO DE PESOS SÓLIDOS

Identificação do Peso	PESO (t)	LOCALIZAÇÃO
A	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
B	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
C	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
D	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR

Sequência de Movimentação

POSIÇÃO INICIAL	MOVIMENTO 1	MOVIMENTO 2
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>
MOVIMENTO 3	MOVIMENTO 4	MOVIMENTO 5
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>
MOVIMENTO 6	MOVIMENTO 7	MOVIMENTO 8
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>

TABELA 11 - CÁLCULO DOS MOMENTOS INCLINANTES ("PESOS SÓLIDOS")

Movimento	Posição dos Pesos		Peso Movimentado	Distância entre posições a BB e BE	Momento Transversal	Momento Inclinate
	BB	BE				
Inicial		XXXX	0,000	XXXX	#VALOR!	
	XXXX		0,000	XXXX	#VALOR!	
	XXXX		0,000	XXXX	#VALOR!	
		XXXX	0,000	XXXX	#VALOR!	
	Total =					
1		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
2		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000			
		#VALOR!	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
		XXXX	0,000			
	Total					
3		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000			
	XXXX		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
		XXXX	0,000			
	Total					
4		XXXX	0,000			
	XXXX		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
5	#VALOR!		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
6	#VALOR!		0,000			
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
	#VALOR!		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	Total					
7	#VALOR!		0,000			
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	Total					

8		XXXX	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total				0,000	

TABELA 12 - SEQUÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO DE PESOS LÍQUIDOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 13 - CÁLCULO DOS MOMENTOS INCLINANTES ("PESOS LÍQUIDOS") - NÃO APLICÁVEL

TABELA 14 - CÁLCULOS HIDROSTÁTICOS UTILIZANDO AS CURVAS DE BONJEAN

Baliza	Cota Longitudinal da Baliza (m)	Calado (m)	Área Submersa (m²)	Altura do Centróide de Área (m)	Boca da Baliza (m)
-1					
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS					
Volume Deslocado (m³) =	XXXXXXXX	KB (m) =	XXXXXXXX		
Fator Casco (FC) =	XXXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXXX		
Deslocamento (t) =	XXXXXXXX	LCG (m) = LCB-[(KG-KB)xt/LPP]	INSERIR		
LCB (m) =	XXXXXXXX				

TABELA 15 - CÁLCULOS HIDROSTÁTICOS UTILIZANDO AS CURVAS/ TABELAS HIDROSTÁTICAS

Calado Perpendicular de Ré (TR) =	#VALOR!	TRIM =	#VALOR!
Calado Meia-Náu (TM) =	#VALOR!	Calado Corrigido =	#VALOR!
Calado Perpendicular de Vante (TV) =	#VALOR!	LCF =	XXXXXXXX
Calado Médio =	#VALOR!	Fator de Correção do Calado =	#VALOR!
Deflexão =	#VALOR!	Calado Correspondente (TC) =	#VALOR!
PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS			
Volume Deslocado (m³) =	XXXXXXXX	MTC (t.m) =	XXXXXXXX
Deslocamento - ∇ (t) =	XXXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXXX
LCB (m) =	XXXXXXXX	LCG = LCB-[(100xMTCxt)/∇]	#VALOR!

Deslocamento Corrigido Para Densidade de Prova =	#VALOR!	MTC Corrigido Para Densidade de Prova =	#VALOR!
--	---------	---	---------

REFERÊNCIAS: LCG/LCB - PPAR
LCF - MEIA-NÁU
KMt - LINHA DE BASE

TABELA 16 - CÁLCULO DA ALTURA METACÊNTRICA E POSIÇÃO VERTICAL DO CENTRO DE GRAVIDADE

Movimento	Momento Inclinate	INCLINÔMETRO DE RÉ		INCLINÔMETRO DE VANTE		Tangente Média	Altura Metacêntrica (GM)
		Ângulo de Inclinação	tg1 (θ)	Ângulo de Inclinação	tg2 (θ)		
1	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
2	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
3	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
4	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
5	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
6	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
7	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
8	0,000 t	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Altura Metacêntrica Média (GMO) =							#VALOR!
Correção devido ao Efeito de Superfície Livre = $G_{go} = \sum I_{xy} \gamma / \nabla$							#VALOR!
Altura Metacêntrica Transversal (KMt) =							XXXXXXXX
Posição Vertical do Centro de Gravidade (KG) =							#VALOR!

TABELA 17 - CORREÇÃO DE KG DEVIDO À MOVIMENTAÇÃO DE LÍQUIDOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 18 - CORREÇÃO DE KG DEVIDO À VARIAÇÃO SUPERFÍCIE LIVRE NOS TANQUES ONDE O LÍQUIDO É MOVIMENTADO - NÃO APLICÁVEL

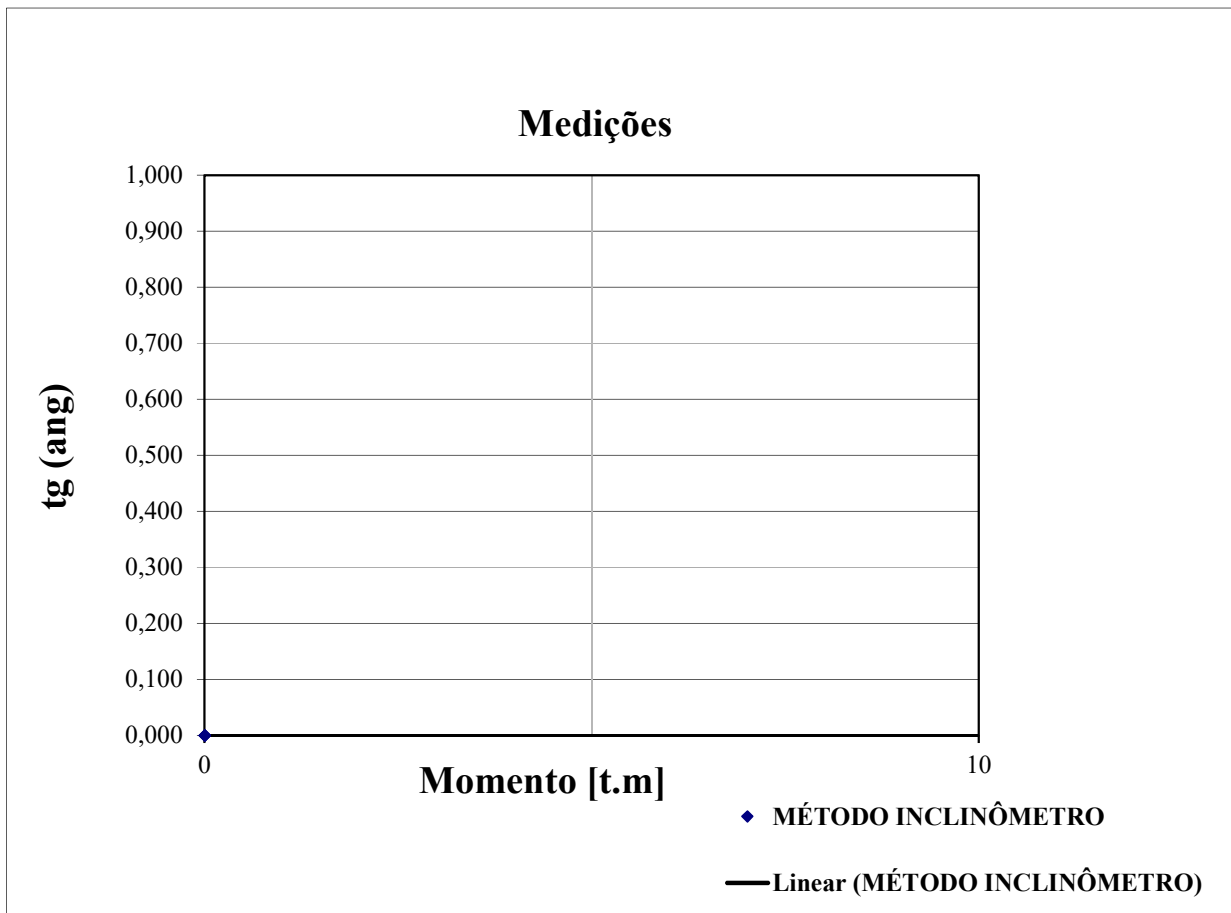
TABELA 19 - CÁLCULOS DA CONDIÇÃO DE NAVIO LEVE

ITEM	PESO (t)	ZG (m)	MOMENTO VERTICAL (t.m)	XG (m)	MOMENTO LONGITUDINAL (t.m)
Condição da Prova	XXXXXXXX	INSERIR	#VALOR!	INSERIR	#VALOR!
Pesos a deduzir	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pesos a acrescentar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Deslocamento (t) =	#VALOR!	Calado Correspondente (TC) =		XXXXXXXX	
KG (m) =	#VALOR!	Calado Perpendicular de Ré (TR) =		#VALOR!	
LCG (m) =	#VALOR!	Calado Perpendicular de Vante (TV) =		#VALOR!	

PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS DA CONDIÇÃO LEVE			
Deslocamento - ∇ (t) =	XXXXXXX	MTC (t.m) =	XXXXXXX
LCF (m) =	XXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXX
LCB (m) =	XXXXXXX	GM =	#VALOR!
TRIM =	#VALOR!		

REFERÊNCIAS: LCG/LCB - PPAR LCF - MEIA-NÁU KMt/KG - LINHA DE BASE	OBS.: As fórmulas acima são válidas para uma embarcação com trim de popa.
---	---

TABELA 20 - GRÁFICO DE MOMENTO INCLINANTE X TANGENTE



XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXX

APÊNDICE II - RELATÓRIO DA PROVA DE INCLINAÇÃO

Pêndulo

TABELA 01 - INFORMAÇÕES GERAIS DA PROVA.

1.1 - DADOS GERAIS DA EMBARCAÇÃO.

NOME DA EMBARCAÇÃO:	XXXXXXXX
ARMADOR:	XXXXXXXX
ESTALEIRO CONSTRUTOR:	XXXXXXXX
TIPO DE EMBARCAÇÃO:	XXXXXXXX

1.2 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS.

COMPRIMENTO TOTAL =	XXXXXXXX
COMPRIMENTO ENTRE PERPENDICULARES =	XXXXXXXX
BOCA MOLDADA =	XXXXXXXX
PONTAL MOLDADO =	XXXXXXXX
CALADO DE PROJETO =	XXXXXXXX

1.3 - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DO TESTE.

LOCAL DE EXECUÇÃO DO TESTE =	XXXXXXXX
DATA E HORA DE EXECUÇÃO DO TESTE =	XXXXXXXX
FISCAL DO ARMADOR =	XXXXXXXX
FISCAL DA SOCIEDADE CLASSIFICADORA =	XXXXXXXX
OUTROS FISCAIS =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE TRIM E BANDA =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE AMARRAÇÃO =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE VENTO E MAR =	XXXXXXXX

Observações:

LUCCA SOARES DO VALLE MIRANDA
CREA PA 151509317-4
ENG. NAVAL RESPONSÁVEL

TABELA 02 - CALADOS E DENSIDADES.

2.1 - TABELA DE LEITURA DOS CALADOS.

Posição	Calados Lidos nas Marcas		
	Bombordo	Boreste	Média
Ré	0,000	0,000	0,000
Meio-navio	0,000	0,000	0,000
Vante	0,000	0,000	0,000

2.2 - TABELA DE MEDIÇÃO DAS BORDA-LIVRES.

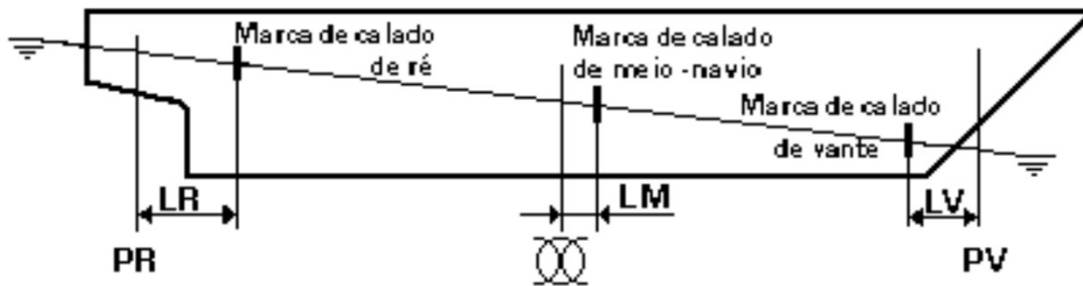
POSIÇÃO	LOCAL DE MEDIÇÃO	Pontal no Local da Medição	Bordas Livres		Calados Correspondentes		
			BB	BE	BB	BE	MÉDIA
Ré	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Meio-Navio	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Vante	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!

2.3 - TABELA DOS COEFICIENTES.

TRIM =	#VALOR!	LRV =	#VALOR!	dTPR =	#VALOR!
1% LPP =	#VALOR!	Tg (a) =	#VALOR!	dTMN =	#VALOR!
OBS.:				dTPV =	#VALOR!
LR =	XXXX	LM =	XXXX	LV =	XXXX

2.4 - CALADOS NAS PERPENDICULARES.

RÉ =	#VALOR!	MEIO-NAVIO =	#VALOR!	VANTE =	#VALOR!
------	---------	--------------	---------	---------	---------



2.5 - DENSIDADES MEDIDAS.

RÉ =	1,000	MEIO-NAVIO =	1,000	VANTE =	1,000	MÉDIA =	1,000
------	-------	--------------	-------	---------	-------	---------	-------

Observações:

A Tabela 2.2 só necessita ser utilizada quando a medição dos calados através das marcas de calado da embarcação for inviável.

Quando o trim for maior que 1% da LPP, as características Hidrostáticas devem ser obtidas através das Curvas de Bonjean.

LRV = Distância longitudinal entre os locais de medição (dos calados ou borda-livres).

LR = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado de Ré ou o Local de Medição de Borda-Livre de Ré e a Perpendicular de Ré.

LM = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado da Meia-Náu ou o Local de Medição de Borda-Livre e a Meia-Náu.

LV = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado de Vante ou o Local de Medição de Borda-Livre de Vante e a Perpendicular de Vante.

TABELA 03 - SONDAGEM DOS TANQUES.

Tanque	Altura	Volume (m ³)	Peso Espec. (t/m ³)	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)	Inércia (m ⁴)	I x γ (t.m)
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000

TABELA 04 - PESOS À DEDUZIR DA CONDIÇÃO DE PROVA

ITEM	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)
			0,00		0,00
PESO A			0,00		0,00
PESO B			0,00		0,00
PESO C			0,00		0,00
PESO D			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00

TABELA 05 - PESOS À ACRESCENTAR DA CONDIÇÃO DE PROVA

ITEM	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)
TOTAL	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00

REFERÊNCIAS: Longitudinal - PPAR
Vertical - LB

TABELA 06 - LEITURA DOS PÊNDULOS											
PÊNDULO DE RÉ											
LOCALIZAÇÃO:						COMPRIMENTO DO PÊNDULO:					
Movimento	Deflexões (cm)										
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	média
Inicial											#DIV/0!
1											#DIV/0!
2											#DIV/0!
3											#DIV/0!
4											#DIV/0!
5											#DIV/0!
6											#DIV/0!
7											#DIV/0!
8											#DIV/0!

PÊNDULO DE VANTE											
LOCALIZAÇÃO:						COMPRIMENTO DO PÊNDULO:					
Movimento	Deflexões (cm)										
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	média
Inicial											#DIV/0!
1											#DIV/0!
2											#DIV/0!
3											#DIV/0!
4											#DIV/0!
5											#DIV/0!
6											#DIV/0!
7											#DIV/0!
8											#DIV/0!

TABELA 07 - LEITURA DO TUBO "U" - NÍVEIS A BB - NÃO APLICÁVEL

TABELA 08 - LEITURA DO TUBO "U" - NÍVEIS A BE - NÃO APLICÁVEL

TABELA 09 - LEITURA DOS INCLINÔMETROS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 10 - SEQUÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO DE PESOS SÓLIDOS		
Identificação do Peso	PESO (t)	LOCALIZAÇÃO
A	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
B	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
C	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
D	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR

Sequência de Movimentação

POSIÇÃO INICIAL	MOVIMENTO 1	MOVIMENTO 2
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>
MOVIMENTO 3	MOVIMENTO 4	MOVIMENTO 5
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>
MOVIMENTO 6	MOVIMENTO 7	MOVIMENTO 8
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">D</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">BB BE</p>

TABELA 11 - CÁLCULO DOS MOMENTOS INCLINANTES ("PESOS SÓLIDOS")

Movimento	Posição dos Pesos		Peso Movimentado	Distância entre posições a BB e BE	Momento Transversal	Momento Inclinate
	BB	BE				
Inicial		XXXX	0,000	XXXX	#VALOR!	
	XXXX		0,000	XXXX	#VALOR!	
	XXXX		0,000	XXXX	#VALOR!	
		XXXX	0,000	XXXX	#VALOR!	
	Total =					
1		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
2		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000			
		#VALOR!	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
		XXXX	0,000			
	Total					
3		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000			
	XXXX		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
		XXXX	0,000			
	Total					
4		XXXX	0,000			
	XXXX		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
5	#VALOR!		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
6	#VALOR!		0,000			
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
	#VALOR!		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	Total					
7	#VALOR!		0,000			
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	Total					

8		XXXX	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total				0,000	

TABELA 12 - SEQUÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO DE PESOS LÍQUIDOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 13 - CÁLCULO DOS MOMENTOS INCLINANTES ("PESOS LÍQUIDOS") - NÃO APLICÁVEL

TABELA 14 - CÁLCULOS HIDROSTÁTICOS UTILIZANDO AS CURVAS DE BONJEAN

Baliza	Cota Longitudinal da Baliza (m)	Calado (m)	Área Submersa (m²)	Altura do Centróide de Área (m)	Boca da Baliza (m)
-1					
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS					
Volume Deslocado (m³) =	XXXXXXXX	KB (m) =	XXXXXXXX		XXXXXXXX
Fator Casco (FC) =	XXXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXXX		XXXXXXXX
Deslocamento (t) =	XXXXXXXX	LCG (m) = LCB-[(KG-KB)xt/LPP]			INSERIR
LCB (m) =	XXXXXXXX				

TABELA 15 - CÁLCULOS HIDROSTÁTICOS UTILIZANDO AS CURVAS/ TABELAS HIDROSTÁTICAS

Calado Perpendicular de Ré (TR) =	#VALOR!	TRIM =	#VALOR!
Calado Meia-Náu (TM) =	#VALOR!	Calado Corrigido =	#VALOR!
Calado Perpendicular de Vante (TV) =	#VALOR!	LCF =	XXXXXXXX
Calado Médio =	#VALOR!	Fator de Correção do Calado =	#VALOR!
Deflexão =	#VALOR!	Calado Correspondente (TC) =	#VALOR!
PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS			
Volume Deslocado (m³) =	XXXXXXXX	MTC (t.m) =	XXXXXXXX
Deslocamento - ∇ (t) =	XXXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXXX
LCB (m) =	XXXXXXXX	LCG = LCB-[(100xMTCxt)/∇]	#VALOR!

Deslocamento Corrigido Para Densidade de Prova =	#VALOR!	MTC Corrigido Para Densidade de Prova =	#VALOR!
--	---------	---	---------

REFERÊNCIAS: LCG/LCB - PPAR
LCF - MEIA-NÁU
KMt - LINHA DE BASE

TABELA 16 - CÁLCULO DA ALTURA METACÊNTRICA E POSIÇÃO VERTICAL DO CENTRO DE GRAVIDADE

Movimento	Momento Inclinate	PÊNDULO DE RÉ		PÊNDULO DE VANTE		Tangente Média	Altura Metacêntrica (GM)
		Comprimento "L"		Comprimento "L"			
		0,0 mm		0,0 mm			
		Deflexão (mm)	tg1 (θ)	Deflexão (mm)	tg2 (θ)		
1	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
2	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
3	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
4	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
5	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
6	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
7	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
8	0,000 t	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Altura Metacêntrica Média (GMO) =							#VALOR!
Correção devido ao Efeito de Superfície Livre = $G_{go} = \sum I_{xy} \gamma / \nabla$							#VALOR!
Altura Metacêntrica Transversal (KMt) =							XXXXXXXX
Posição Vertical do Centro de Gravidade (KG) =							#VALOR!

TABELA 17 - CORREÇÃO DE KG DEVIDO À MOVIMENTAÇÃO DE LÍQUIDOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 18 - CORREÇÃO DE KG DEVIDO À VARIAÇÃO SUPERFÍCIE LIVRE NOS TANQUES ONDE O LÍQUIDO É MOVIMENTADO - NÃO APLICÁVEL

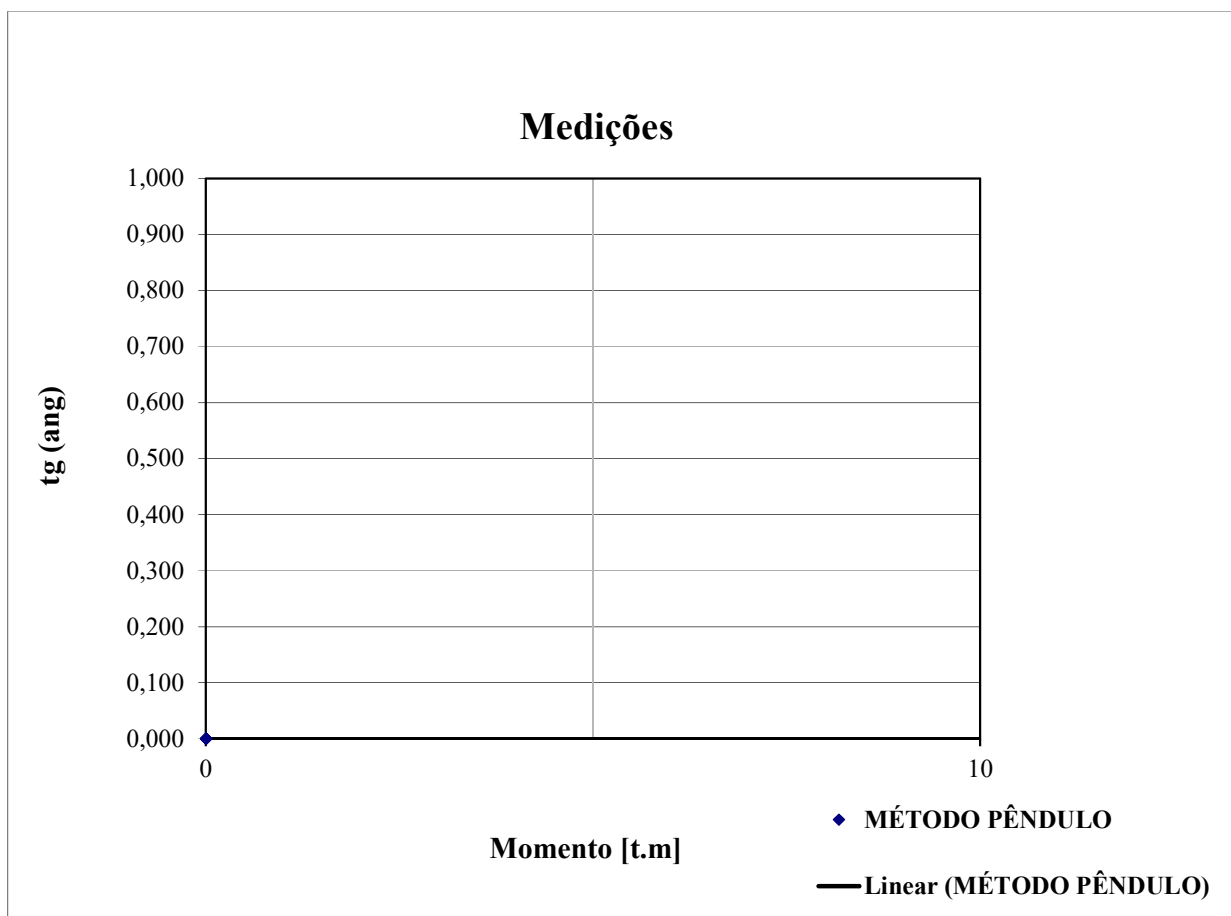
TABELA 19 - CÁLCULOS DA CONDIÇÃO DE NAVIO LEVE

ITEM	PESO (t)	ZG (m)	MOMENTO VERTICAL (t.m)	XG (m)	MOMENTO LONGITUDINAL (t.m)
Condição da Prova	XXXXXXXX	#VALOR!	#VALOR!	INSERIR	#VALOR!
Pesos a deduzir	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pesos a acrescentar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Deslocamento (t) =	#VALOR!	Calado Correspondente (TC) =		XXXXXXXX	
KG (m) =	#VALOR!	Calado Perpendicular de Ré (TR) =		#VALOR!	
LCG (m) =	#VALOR!	Calado Perpendicular de Vante (TV) =		#VALOR!	

PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS DA CONDIÇÃO LEVE			
Deslocamento - ∇ (t) =	XXXXXXX	MTC (t.m) =	XXXXXXX
LCF (m) =	XXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXX
LCB (m) =	XXXXXXX	GM =	#VALOR!
TRIM =	#VALOR!		

REFERÊNCIAS: LCG/LCB - PPAR LCF - MEIA-NÁU KMt/KG - LINHA DE BASE	OBS.: As fórmulas acima são válidas para uma embarcação com trim de popa.
---	---

TABELA 20 - GRÁFICO DE MOMENTO INCLINANTE X TANGENTE



XXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX

APÊNDICE III - RELATÓRIO DA PROVA DE INCLINAÇÃO

Tubo "U"

TABELA 01 - INFORMAÇÕES GERAIS DA PROVA.

1.1 - DADOS GERAIS DA EMBARCAÇÃO.

NOME DA EMBARCAÇÃO:	XXXXXXXX
ARMADOR:	XXXXXXXX
ESTALEIRO CONSTRUTOR:	XXXXXXXX
TIPO DE EMBARCAÇÃO:	XXXXXXXX

1.2 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS.

COMPRIMENTO TOTAL =	XXXXXXXX
COMPRIMENTO ENTRE PERPENDICULARES =	XXXXXXXX
BOCA MOLDADA =	XXXXXXXX
PONTAL MOLDADO =	XXXXXXXX
CALADO DE PROJETO =	XXXXXXXX

1.3 - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DO TESTE.

LOCAL DE EXECUÇÃO DO TESTE =	XXXXXXXX
DATA E HORA DE EXECUÇÃO DO TESTE =	XXXXXXXX
FISCAL DO ARMADOR =	XXXXXXXX
FISCAL DA SOCIEDADE CLASSIFICADORA =	XXXXXXXX
OUTROS FISCAIS =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE TRIM E BANDA =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE AMARRAÇÃO =	XXXXXXXX
CONDIÇÃO DE VENTO E MAR =	XXXXXXXX

Observações:

LUCCA SOARES DO VALLE MIRANDA
CREA PA 151509317-4
ENG. NAVAL RESPONSÁVEL

TABELA 02 - CALADOS E DENSIDADES.

2.1 - TABELA DE LEITURA DOS CALADOS.

Posição	Calados Lidos nas Marcas		
	Bombordo	Boreste	Média
Ré	0,000	0,000	0,000
Meio-navio	0,000	0,000	0,000
Vante	0,000	0,000	0,000

2.2 - TABELA DE MEDIÇÃO DAS BORDA-LIVRES.

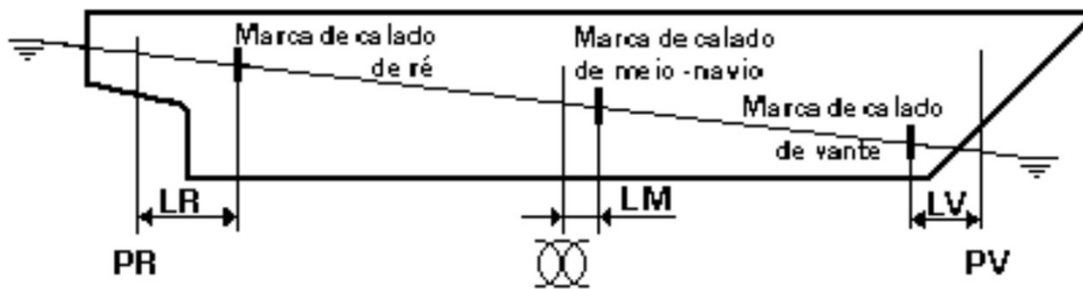
POSIÇÃO	LOCAL DE MEDIÇÃO	Pontal no Local da Medição	Bordas Livres		Calados Correspondentes		
			BB	BE	BB	BE	MÉDIA
Ré	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Meio-Navio	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Vante	XXXXXX	XXXXX	XX	XX	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!

2.3 - TABELA DOS COEFICIENTES.

TRIM =	#VALOR!	LRV =	#VALOR!	dTPR =	#VALOR!
1% LPP =	#VALOR!	Tg (a) =	#VALOR!	dTMN =	#VALOR!
OBS.:				dTPV =	#VALOR!
LR =	XXXX	LM =	XXXX	LV =	XXXX

2.4 - CALADOS NAS PERPENDICULARES.

RÉ =	#VALOR!	MEIO-NAVIO =	#VALOR!	VANTE =	#VALOR!
------	---------	--------------	---------	---------	---------



2.5 - DENSIDADES MEDIDAS.

RÉ =	1,000	MEIO-NAVIO =	1,000	VANTE =	1,000	MÉDIA =	1,000
------	-------	--------------	-------	---------	-------	---------	-------

Observações:

A Tabela 2.2 só necessita ser utilizada quando a medição dos calados através das marcas de calado da embarcação for inviável.

Quando o trim for maior que 1% da LPP, as características Hidrostáticas devem ser obtidas através das Curvas de Bonjean.

LRV = Distância longitudinal entre os locais de medição (dos calados ou borda-livres).

LR = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado de Ré ou o Local de Medição de Borda-Livre de Ré e a Perpendicular de Ré.

LM = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado da Meia-Náu ou o Local de Medição de Borda-Livre e a Meia-Náu.

LV = Cota Longitudinal entre as Marcas de Calado de Vante ou o Local de Medição de Borda-Livre de Vante e a Perpendicular de Vante.

TABELA 03 - SONDAGEM DOS TANQUES.

Tanque	Altura	Volume (m ³)	Peso Espec. (t/m ³)	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)	Inércia (m ⁴)	I x γ (t.m)
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00		0,00		0,00		0,00
				0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000

TABELA 04 - PESOS À DEDUZIR DA CONDIÇÃO DE PROVA

ITEM	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)
			0,00		0,00
PESO A			0,00		0,00
PESO B			0,00		0,00
PESO C			0,00		0,00
PESO D			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00

TABELA 05 - PESOS À ACRESCENTAR DA CONDIÇÃO DE PROVA

ITEM	Peso (t)	Xg (m)	Momento Horizontal (t.m)	Zg (m)	Momento Vertical (t.m)
TOTAL	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00

REFERÊNCIAS: Longitudinal - PPAR
Vertical - LB

TABELA 06 - LEITURA DOS PÊNULOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 07 - LEITURA DO TUBO "U" - NÍVEIS A BB

TUBO "U" DE RÉ											
LOCALIZAÇÃO:							DISTÂNCIA ENTRE PARTES VERTICAIS:				
Movimento	Deflexões (cm)										
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	média
Inicial											#DIV/0!
1											#DIV/0!
2											#DIV/0!
3											#DIV/0!
4											#DIV/0!
5											#DIV/0!
6											#DIV/0!
7											#DIV/0!
8											#DIV/0!

TUBO "U" DE VANTE											
LOCALIZAÇÃO:							DISTÂNCIA ENTRE PARTES VERTICAIS:				
Movimento	Deflexões (cm)										
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	média
Inicial											#DIV/0!
1											#DIV/0!
2											#DIV/0!
3											#DIV/0!
4											#DIV/0!
5											#DIV/0!
6											#DIV/0!
7											#DIV/0!
8											#DIV/0!

TABELA 08 - LEITURA DO TUBO "U" - NÍVEIS A BE

TUBO "U" DE RÉ											
LOCALIZAÇÃO:									DISTÂNCIA ENTRE PARTES VERTICAIS:		
Movimento	Deflexões (cm)										
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	média
Inicial											#DIV/0!
1											#DIV/0!
2											#DIV/0!
3											#DIV/0!
4											#DIV/0!
5											#DIV/0!
6											#DIV/0!
7											#DIV/0!
8											#DIV/0!

TUBO "U" DE VANTE											
LOCALIZAÇÃO:									DISTÂNCIA ENTRE PARTES VERTICAIS:		
Movimento	Deflexões (cm)										
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	média
Inicial											#DIV/0!
1											#DIV/0!
2											#DIV/0!
3											#DIV/0!
4											#DIV/0!
5											#DIV/0!
6											#DIV/0!
7											#DIV/0!
8											#DIV/0!

TABELA 09 - LEITURA DOS INCLINÔMETROS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 10 - SEQUÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO DE PESOS SÓLIDOS

Identificação do Peso	PESO (t)	LOCALIZAÇÃO
A	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
B	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
C	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR
D	0,000	0,000 m À VANTE DA PPAR

Sequência de Movimentação

POSIÇÃO INICIAL	MOVIMENTO 1	MOVIMENTO 2
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>
MOVIMENTO 3	MOVIMENTO 4	MOVIMENTO 5
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>
MOVIMENTO 6	MOVIMENTO 7	MOVIMENTO 8
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">C</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">D</div> </div> <p>BB BE</p>

TABELA 11 - CÁLCULO DOS MOMENTOS INCLINANTES ("PESOS SÓLIDOS")

Movimento	Posição dos Pesos		Peso Movimentado	Distância entre posições a BB e BE	Momento Transversal	Momento Inclinante
	BB	BE				
Inicial		XXXX	0,000	XXXX	#VALOR!	
	XXXX		0,000	XXXX	#VALOR!	
	XXXX		0,000	XXXX	#VALOR!	
		XXXX	0,000	XXXX	#VALOR!	
	Total =					
1		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
2		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000			
		#VALOR!	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
		XXXX	0,000			
	Total					
3		XXXX	0,000			
		#VALOR!	0,000			
	XXXX		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
		XXXX	0,000			
	Total					
4		XXXX	0,000			
	XXXX		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
5	#VALOR!		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total					
6	#VALOR!		0,000			
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
	#VALOR!		0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	Total					
7	#VALOR!		0,000			
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	Total					

8		XXXX	0,000	#VALOR!	#VALOR!	
	XXXX		0,000			
	XXXX		0,000			
		XXXX	0,000			
	Total				0,000	

TABELA 12 - SEQUÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO DE PESOS LÍQUIDOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 13 - CÁLCULO DOS MOMENTOS INCLINANTES ("PESOS LÍQUIDOS") - NÃO APLICÁVEL

TABELA 14 - CÁLCULOS HIDROSTÁTICOS UTILIZANDO AS CURVAS DE BONJEAN

Baliza	Cota Longitudinal da Baliza (m)	Calado (m)	Área Submersa (m²)	Altura do Centróide de Área (m)	Boca da Baliza (m)
-1					
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS					
Volume Deslocado (m³) =	XXXXXXXX		KB (m) =	XXXXXXXX	
Fator Casco (FC) =	XXXXXXXX		KMt (m) =	XXXXXXXX	
Deslocamento (t) =	XXXXXXXX		LCG (m) = LCB-[(KG-KB)xt/LPP]	INSERIR	
LCB (m) =	XXXXXXXX				

TABELA 15 - CÁLCULOS HIDROSTÁTICOS UTILIZANDO AS CURVAS/ TABELAS HIDROSTÁTICAS

Calado Perpendicular de Ré (TR) =	#VALOR!	TRIM =	#VALOR!
Calado Meia-Náu (TM) =	#VALOR!	Calado Corrigido =	#VALOR!
Calado Perpendicular de Vante (TV) =	#VALOR!	LCF =	XXXXXXXX
Calado Médio =	#VALOR!	Fator de Correção do Calado =	#VALOR!
Deflexão =	#VALOR!	Calado Correspondente (TC) =	#VALOR!
PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS			
Volume Deslocado (m³) =	XXXXXXXX	MTC (t.m) =	XXXXXXXX
Deslocamento - ∇ (t) =	XXXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXXX
LCB (m) =	XXXXXXXX	LCG = LCB-[(100xMTCxt)/∇]	#VALOR!

Deslocamento Corrigido Para Densidade de Prova =	#VALOR!	MTC Corrigido Para Densidade de Prova =	#VALOR!
--	---------	---	---------

REFERÊNCIAS: LCG/LCB - PPAR LCF - MEIA-NÁU KMt - LINHA DE BASE
--

TABELA 16 - CÁLCULO DA ALTURA METACÊNTRICA E POSIÇÃO VERTICAL DO CENTRO DE GRAVIDADE

Movimento	Momento Inclinate	TUBO "U" DE RÉ		TUBO "U" DE VANTE		Tangente Média	Altura Metacêntrica (GM)
		Distância Entre Partes Verticais		Distância Entre Partes Verticais			
		0,0 mm		0,0 mm			
		Deflexão (mm)	tg1 (θ)	Deflexão (mm)	tg2 (θ)		
1	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
2	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
3	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
4	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
5	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
6	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
7	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!
8	0,000 t	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Altura Metacêntrica Média (GMo) =							#VALOR!
Correção devido ao Efeito de Superfície Livre = $Ggo = \sum Ixy/V$							#VALOR!
Altura Metacêntrica Transversal (KMt) =							XXXXXXXX
Posição Vertical do Centro de Gravidade (KG) =							#VALOR!

TABELA 17 - CORREÇÃO DE KG DEVIDO À MOVIMENTAÇÃO DE LÍQUIDOS - NÃO APLICÁVEL

TABELA 18 - CORREÇÃO DE KG DEVIDO À VARIAÇÃO SUPERFÍCIE LIVRE NOS TANQUES ONDE O LIQUÍDO É MOVIMENTADO - NÃO APLICÁVEL

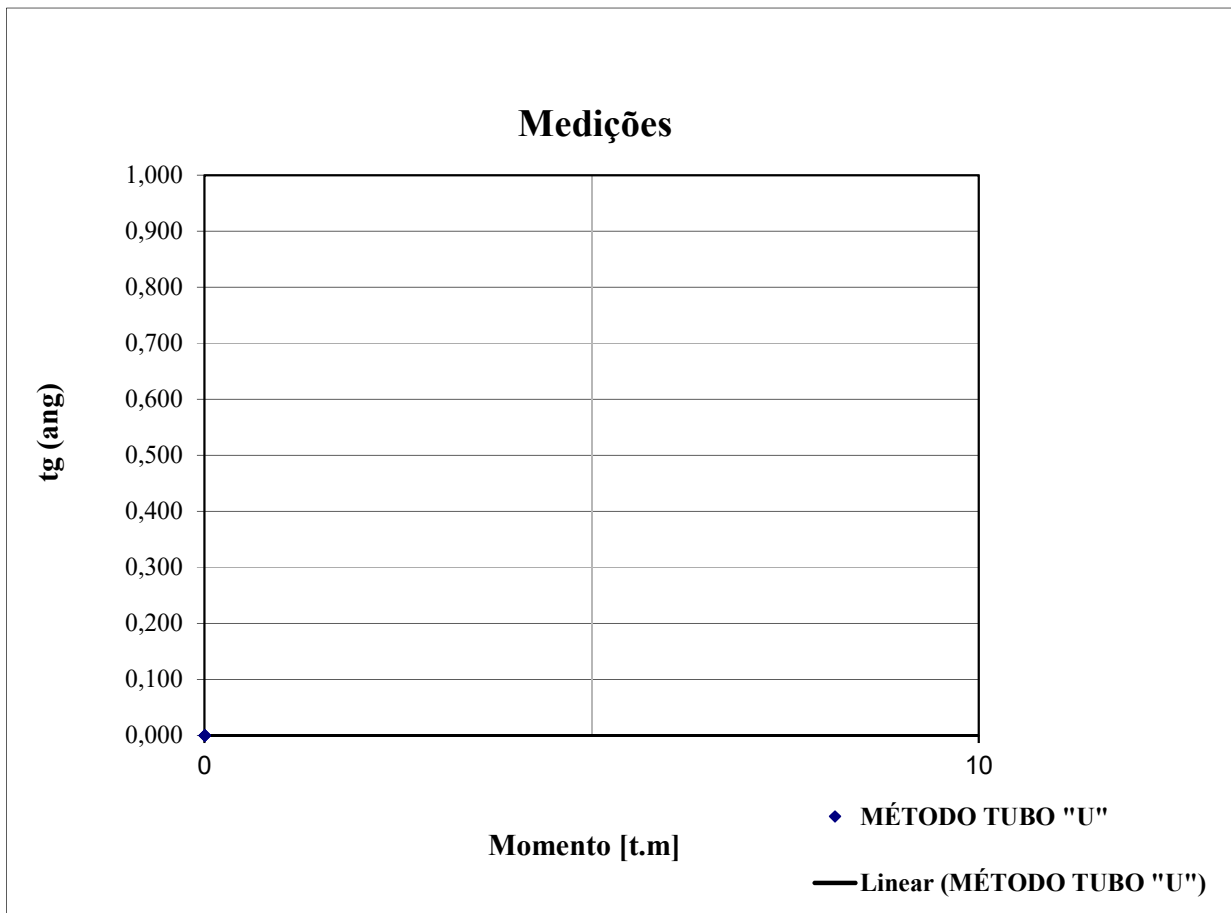
TABELA 19 - CÁLCULOS DA CONDIÇÃO DE NAVIO LEVE

ITEM	PESO (t)	ZG (m)	MOMENTO VERTICAL (t.m)	XG (m)	MOMENTO LONGITUDINAL (t.m)
Condição da Prova	XXXXXXXX	#VALOR!	#VALOR!	INSERIR	#VALOR!
Pesos a deduzir	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pesos a acrescentar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
Deslocamento (t) =	#VALOR!	Calado Correspondente (TC) =		XXXXXXXX	
KG (m) =	#VALOR!	Calado Perpendicular de Ré (TR) =		#VALOR!	
LCG (m) =	#VALOR!	Calado Perpendicular de Vante (TV) =		#VALOR!	

PROPRIEDADES HIDROSTÁTICAS DA CONDIÇÃO LEVE			
Deslocamento - ∇ (t) =	XXXXXXX	MTC (t.m) =	XXXXXXX
LCF (m) =	XXXXXXX	KMt (m) =	XXXXXXX
LCB (m) =	XXXXXXX	GM =	#VALOR!
TRIM =	#VALOR!		

REFERÊNCIAS: LCG/LCB - PPAR LCF - MEIA-NÁU KMt/KG - LINHA DE BASE	OBS.: As fórmulas acima são válidas para uma embarcação com trim de popa.
--	--

TABELA 20 - GRÁFICO DE MOMENTO INCLINANTE X TANGENTE



XXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXX
 XXXXXXXXXXXXXXXX

APÊNDICE IV - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DAS EMBARCAÇÕES

Nº EMBARCAÇÃO	LT (m)	LPP (m)	B (m)	P (m)	H (m)	Δ Leve (t)	KG Leve (m)	LCG Leve (m)	Tipo de Embarcação
1	54,870	53,540	8,520	2,450	1,830	251,060	3,790	22,900	PASSAGEIROS
2	44,700	39,380	9,200	2,900	2,300	288,672	3,456	17,073	PASSAGEIROS
3	48,680	46,240	9,180	3,500	2,550	293,220	4,056	22,293	PASSAGEIROS
4	30,200	29,510	6,100	2,000	1,600	124,105	2,138	12,147	PASSAGEIROS
5	35,430	31,260	7,200	1,950	1,519	116,301	1,810	15,770	PASSAGEIROS
6	38,580	31,911	8,000	2,560	2,121	150,375	2,894	13,592	PASSAGEIROS
7	28,600	22,820	6,680	2,300	1,840	90,804	2,333	9,802	PASSAGEIROS
8	18,300	17,750	6,270	1,800	0,800	13,590	1,642	6,366	CATAMARÃ
9	28,000	25,453	8,000	2,682	2,448	11,900	3,120	13,067	CATAMARÃ
10	13,110	11,570	4,900	1,950	0,900	8,621	1,317	6,410	CATAMARÃ
11	18,530	17,300	6,270	1,800	0,800	14,215	1,890	6,999	CATAMARÃ
12	19,900	18,390	6,400	2,700	1,900	81,217	2,958	9,352	EMPURRADOR
13	17,000	16,100	6,000	2,700	2,300	72,811	2,547	9,132	EMPURRADOR
14	21,220	19,950	4,680	2,400	2,040	66,314	1,700	9,865	EMPURRADOR
15	14,000	13,650	5,750	2,300	1,960	52,665	2,366	7,341	EMPURRADOR
16	18,800	17,400	6,300	2,500	1,850	65,540	2,900	9,550	EMPURRADOR
17	17,000	15,500	6,500	2,700	1,910	78,700	2,626	8,193	EMPURRADOR
18	19,800	18,469	6,400	2,700	1,925	90,219	2,917	9,605	EMPURRADOR
19	21,309	19,260	6,480	2,700	1,700	91,360	2,482	10,817	EMPURRADOR
20	19,500	17,650	6,500	2,600	2,220	76,490	2,960	9,035	EMPURRADOR
21	14,220	13,100	4,400	1,700	1,490	36,002	1,791	5,893	EMPURRADOR
22	15,200	13,630	5,650	1,850	0,500	60,280	2,142	5,582	EMPURRADOR
23	76,000	74,750	16,000	2,800	2,380	676,800	2,862	28,167	FERRY-BOAT
24	56,300	46,600	13,600	2,300	1,500	504,800	2,450	23,006	FERRY-BOAT
25	49,900	47,590	13,600	2,300	1,500	484,765	2,519	23,603	FERRY-BOAT
26	67,000	61,750	17,000	2,800	2,440	726,305	3,964	28,593	FERRY-BOAT
27	35,000	32,890	11,000	2,100	1,050	389,720	2,220	15,595	FERRY-BOAT
28	42,000	39,280	6,000	1,800	0,710	54,315	1,637	17,093	LANCHA
29	31,500	29,393	6,300	2,046	1,716	72,610	2,370	8,938	LANCHA
30	22,125	20,014	4,600	1,690	0,900	24,676	1,766	7,486	LANCHA
31	23,405	19,850	5,500	2,338	1,055	55,054	2,235	12,384	LANCHA

Legenda: LT = Comprimento Total;

LPP = Comprimento Entre Perpendiculares;

B = Boca Moldada;

P = Pontal Moldado;

H = Calado de projeto;

Δ Leve = Deslocamento Leve da Embarcação;

LCG Leve = Posição Longitudinal do Centro de Gravidade na Condição Leve;

KG Leve = Posição Vertical do Centro de Gravidade na Condição Leve;

APÊNDICE V - RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO À VANTE, À RÉ E MÉDIAS DAS EMBARCAÇÕES

	MOVIMENTOS	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO MÉDIOS (°)								
		INCLINÔMETRO			PÊNDULO			TUBO "U"		
		RÉ	VANTE	MÉDIA	RÉ	VANTE	MÉDIA	RÉ	VANTE	MÉDIA
01 N° DA EMBARCAÇÃO:	Inicial	0,073	0,070	0,072	0,074	0,072	0,073	0,074	0,073	0,073
	1	1,079	1,089	1,084	1,092	1,098	1,095	1,033	1,090	1,062
	2	2,151	2,140	2,145	2,148	2,137	2,142	2,151	2,146	2,148
	3	1,075	1,085	1,080	1,066	1,065	1,065	1,088	1,061	1,075
	4	0,071	0,070	0,070	0,073	0,072	0,073	0,073	0,073	0,073
	5	1,109	1,077	1,093	1,061	1,105	1,083	1,073	1,080	1,077
	6	2,151	2,152	2,152	2,151	2,157	2,154	2,167	2,143	2,155
	7	1,063	1,055	1,059	1,075	1,068	1,071	1,115	1,057	1,086
	8	0,072	0,073	0,073	0,074	0,073	0,073	0,074	0,073	0,073
02 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,064	0,061	0,063	0,063	0,062	0,063	0,065	0,062	0,063
	1	1,183	1,173	1,178	1,185	1,181	1,183	1,161	1,172	1,167
	2	2,246	2,247	2,246	2,243	2,252	2,247	2,245	2,260	2,252
	3	1,208	1,157	1,183	1,176	1,172	1,174	1,194	1,146	1,170
	4	0,063	0,060	0,061	0,062	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
	5	1,178	1,158	1,168	1,173	1,163	1,168	1,159	1,160	1,159
	6	2,246	2,252	2,249	2,242	2,260	2,251	2,237	2,249	2,243
	7	1,210	1,181	1,196	1,198	1,187	1,192	1,154	1,168	1,161
	8	0,063	0,062	0,062	0,063	0,066	0,065	0,061	0,064	0,063
03 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,056	0,056	0,056	0,059	0,060	0,059	0,056	0,056	0,056
	1	1,124	1,115	1,119	1,135	1,128	1,132	1,129	1,132	1,130
	2	2,192	2,200	2,196	2,192	2,197	2,195	2,197	2,198	2,197
	3	1,127	1,115	1,121	1,107	1,109	1,108	1,111	1,153	1,132
	4	0,058	0,058	0,058	0,058	0,056	0,057	0,057	0,058	0,058
	5	1,079	1,129	1,104	1,119	1,120	1,119	1,111	1,114	1,113
	6	2,212	2,199	2,205	2,188	2,214	2,201	2,191	2,204	2,198
	7	1,107	1,117	1,112	1,129	1,119	1,124	1,116	1,107	1,112
	8	0,058	0,058	0,058	0,058	0,057	0,057	0,057	0,058	0,058

04	Inicial	0,078	0,076	0,077	0,078	0,078	0,078	0,077	0,081	0,079
	1	1,317	1,326	1,322	1,319	1,328	1,324	1,316	1,326	1,321
	2	2,403	2,408	2,405	2,406	2,419	2,412	2,395	2,412	2,403
	3	1,318	1,305	1,311	1,339	1,348	1,344	1,329	1,309	1,319
	4	0,078	0,075	0,077	0,077	0,079	0,078	0,081	0,078	0,079
	5	1,330	1,327	1,329	1,323	1,323	1,323	1,321	1,349	1,335
	6	2,403	2,387	2,395	2,398	2,402	2,400	2,410	2,415	2,412
	7	1,342	1,345	1,344	1,311	1,324	1,318	1,343	1,318	1,330
	8	0,079	0,078	0,079	0,075	0,081	0,078	0,080	0,079	0,079
05	Inicial	0,073	0,071	0,072	0,071	0,073	0,072	0,072	0,072	0,072
	1	1,277	1,303	1,290	1,285	1,279	1,282	1,266	1,250	1,258
	2	2,350	2,359	2,354	2,343	2,357	2,350	2,358	2,350	2,354
	3	1,270	1,260	1,265	1,288	1,292	1,290	1,274	1,281	1,277
	4	0,071	0,075	0,073	0,073	0,073	0,073	0,072	0,071	0,072
	5	1,259	1,269	1,264	1,266	1,261	1,263	1,293	1,267	1,280
	6	2,342	2,363	2,352	2,357	2,361	2,359	2,348	2,358	2,353
	7	1,273	1,278	1,275	1,273	1,271	1,272	1,287	1,272	1,280
	8	0,074	0,071	0,072	0,071	0,076	0,073	0,073	0,070	0,072
06	Inicial	0,080	0,084	0,082	0,083	0,085	0,084	0,083	0,083	0,083
	1	1,385	1,380	1,382	1,350	1,366	1,358	1,388	1,361	1,375
	2	2,551	2,536	2,544	2,558	2,546	2,552	2,566	2,548	2,557
	3	1,354	1,371	1,363	1,374	1,391	1,383	1,361	1,374	1,368
	4	0,083	0,083	0,083	0,083	0,084	0,083	0,083	0,082	0,083
	5	1,379	1,383	1,381	1,404	1,391	1,397	1,362	1,358	1,360
	6	2,538	2,555	2,547	2,575	2,539	2,557	2,556	2,565	2,561
	7	1,350	1,374	1,362	1,387	1,371	1,379	1,408	1,370	1,389
	8	0,084	0,081	0,083	0,083	0,082	0,083	0,083	0,082	0,082
07	Inicial	0,035	0,034	0,034	0,035	0,036	0,035	0,034	0,035	0,035
	1	1,029	1,041	1,035	1,020	1,021	1,021	1,014	1,050	1,032
	2	2,112	2,080	2,096	2,100	2,089	2,095	2,093	2,102	2,097
	3	1,029	1,008	1,019	1,004	1,007	1,006	1,010	1,026	1,018
	4	0,037	0,035	0,036	0,036	0,034	0,035	0,035	0,034	0,035
	5	1,026	1,017	1,021	1,051	1,029	1,040	1,029	1,030	1,029
	6	2,110	2,084	2,097	2,104	2,084	2,094	2,105	2,100	2,103
	7	1,004	1,045	1,024	1,057	1,022	1,039	1,056	1,038	1,047
	8	0,036	0,034	0,035	0,034	0,035	0,035	0,036	0,035	0,035

08 Nº DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,017	0,018	0,017
	1	1,276	1,318	1,297	1,294	1,314	1,304	1,291	1,280	1,285
	2	2,383	2,389	2,386	2,386	2,403	2,394	2,380	2,353	2,367
	3	1,287	1,299	1,293	1,302	1,269	1,286	1,278	1,287	1,282
	4	0,017	0,018	0,017	0,018	0,017	0,017	0,018	0,017	0,017
	5	1,267	1,295	1,281	1,294	1,297	1,295	1,288	1,284	1,286
	6	2,377	2,344	2,361	2,397	2,351	2,374	2,383	2,372	2,377
	7	1,298	1,294	1,296	1,307	1,308	1,308	1,306	1,308	1,307
	8	0,018	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
09 Nº DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,021	0,022	0,022	0,021	0,022	0,022	0,021	0,021	0,021
	1	1,209	1,195	1,202	1,213	1,203	1,208	1,202	1,199	1,200
	2	2,260	2,277	2,269	2,270	2,240	2,255	2,275	2,258	2,267
	3	1,186	1,216	1,201	1,204	1,209	1,207	1,213	1,193	1,203
	4	0,023	0,022	0,023	0,022	0,021	0,022	0,022	0,022	0,022
	5	1,204	1,205	1,204	1,200	1,215	1,208	1,198	1,212	1,205
	6	2,296	2,278	2,287	2,289	2,286	2,287	2,287	2,313	2,300
	7	1,200	1,199	1,200	1,213	1,200	1,207	1,213	1,215	1,214
	8	0,022	0,022	0,022	0,021	0,022	0,022	0,021	0,021	0,021
010 Nº DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,026	0,027	0,027	0,026	0,026	0,026	0,027	0,026	0,026
	1	1,262	1,255	1,259	1,228	1,248	1,238	1,240	1,262	1,251
	2	2,317	2,329	2,323	2,338	2,287	2,313	2,345	2,337	2,341
	3	1,274	1,228	1,251	1,241	1,258	1,250	1,264	1,242	1,253
	4	0,027	0,027	0,027	0,028	0,025	0,027	0,027	0,027	0,027
	5	1,263	1,245	1,254	1,218	1,244	1,231	1,240	1,248	1,244
	6	2,324	2,360	2,342	2,356	2,313	2,334	2,327	2,327	2,327
	7	1,250	1,260	1,255	1,266	1,261	1,264	1,276	1,258	1,267
	8	0,026	0,026	0,026	0,026	0,027	0,026	0,026	0,026	0,026
011 Nº DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,028	0,027	0,028	0,028	0,027	0,028	0,029	0,027	0,028
	1	1,155	1,153	1,154	1,154	1,112	1,133	1,158	1,134	1,146
	2	2,124	2,133	2,128	2,076	2,109	2,092	2,147	2,105	2,126
	3	1,147	1,133	1,140	1,169	1,134	1,151	1,164	1,145	1,154
	4	0,028	0,027	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
	5	1,141	1,156	1,149	1,137	1,134	1,135	1,164	1,154	1,159
	6	2,116	2,152	2,134	2,121	2,124	2,123	2,148	2,184	2,166
	7	1,142	1,176	1,159	1,159	1,156	1,158	1,128	1,133	1,130
	8	0,028	0,028	0,028	0,027	0,027	0,027	0,027	0,028	0,028

Nº DA EMBARCAÇÃO 012	Inicial	0,083	0,080	0,081	0,081	0,084	0,082	0,083	0,083	0,083
	1	1,345	1,346	1,346	1,339	1,355	1,347	1,341	1,354	1,347
	2	2,618	2,630	2,624	2,614	2,624	2,619	2,618	2,666	2,642
	3	1,352	1,352	1,352	1,362	1,347	1,354	1,334	1,358	1,346
	4	0,084	0,082	0,083	0,082	0,083	0,082	0,083	0,082	0,083
	5	1,334	1,349	1,341	1,348	1,351	1,350	1,364	1,344	1,354
	6	2,644	2,652	2,648	2,628	2,630	2,629	2,613	2,637	2,625
	7	1,377	1,361	1,369	1,342	1,360	1,351	1,339	1,350	1,344
	8	0,080	0,082	0,081	0,083	0,082	0,083	0,081	0,082	0,082
Nº DA EMBARCAÇÃO 013	Inicial	0,094	0,091	0,093	0,093	0,094	0,093	0,093	0,092	0,092
	1	1,432	1,463	1,448	1,472	1,448	1,460	1,455	1,451	1,453
	2	2,732	2,746	2,739	2,737	2,719	2,728	2,766	2,743	2,755
	3	1,446	1,470	1,458	1,447	1,452	1,449	1,460	1,452	1,456
	4	0,091	0,093	0,092	0,095	0,091	0,093	0,092	0,092	0,092
	5	1,456	1,468	1,462	1,457	1,432	1,444	1,466	1,456	1,461
	6	2,742	2,708	2,725	2,746	2,744	2,745	2,730	2,695	2,713
	7	1,437	1,458	1,447	1,455	1,452	1,453	1,462	1,465	1,464
	8	0,095	0,093	0,094	0,091	0,093	0,092	0,094	0,091	0,092
Nº DA EMBARCAÇÃO 014	Inicial	0,084	0,084	0,084	0,083	0,082	0,082	0,083	0,083	0,083
	1	1,464	1,500	1,482	1,450	1,490	1,470	1,471	1,484	1,478
	2	2,840	2,856	2,848	2,817	2,863	2,840	2,828	2,843	2,835
	3	1,463	1,477	1,470	1,461	1,452	1,456	1,465	1,465	1,465
	4	0,083	0,083	0,083	0,084	0,084	0,084	0,083	0,084	0,084
	5	1,467	1,495	1,481	1,476	1,481	1,479	1,521	1,480	1,501
	6	2,849	2,847	2,848	2,841	2,835	2,838	2,850	2,859	2,854
	7	1,471	1,477	1,474	1,474	1,487	1,481	1,466	1,484	1,475
	8	0,083	0,082	0,083	0,083	0,080	0,082	0,083	0,082	0,082
Nº DA EMBARCAÇÃO 015	Inicial	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,088	0,088	0,088
	1	1,436	1,420	1,428	1,451	1,436	1,443	1,444	1,447	1,446
	2	2,806	2,803	2,805	2,753	2,803	2,778	2,804	2,774	2,789
	3	1,450	1,446	1,448	1,455	1,438	1,446	1,454	1,440	1,447
	4	0,088	0,089	0,089	0,088	0,088	0,088	0,089	0,090	0,089
	5	1,429	1,441	1,435	1,442	1,450	1,446	1,458	1,459	1,458
	6	2,800	2,781	2,791	2,806	2,806	2,806	2,794	2,794	2,794
	7	1,445	1,434	1,440	1,436	1,431	1,434	1,442	1,455	1,449
	8	0,088	0,089	0,089	0,090	0,088	0,089	0,087	0,088	0,088

Nº DA EMBARCAÇÃO 016	Inicial	0,093	0,093	0,093	0,092	0,093	0,092	0,092	0,092	0,092
	1	1,473	1,517	1,495	1,499	1,497	1,498	1,484	1,501	1,492
	2	2,813	2,831	2,822	2,874	2,831	2,853	2,845	2,817	2,831
	3	1,488	1,482	1,485	1,504	1,488	1,496	1,484	1,491	1,487
	4	0,092	0,092	0,092	0,091	0,093	0,092	0,093	0,092	0,093
	5	1,488	1,467	1,478	1,493	1,498	1,495	1,497	1,476	1,487
	6	2,818	2,828	2,823	2,818	2,840	2,829	2,833	2,821	2,827
	7	1,484	1,494	1,489	1,498	1,482	1,490	1,488	1,511	1,499
	8	0,091	0,094	0,093	0,090	0,091	0,091	0,092	0,093	0,093
Nº DA EMBARCAÇÃO 017	Inicial	0,085	0,084	0,085	0,087	0,085	0,086	0,083	0,084	0,084
	1	1,446	1,455	1,451	1,448	1,455	1,452	1,447	1,436	1,442
	2	2,891	2,900	2,896	2,865	2,900	2,883	2,879	2,898	2,889
	3	1,453	1,440	1,447	1,435	1,449	1,442	1,466	1,438	1,452
	4	0,086	0,084	0,085	0,087	0,085	0,086	0,085	0,086	0,085
	5	1,431	1,444	1,437	1,432	1,449	1,440	1,424	1,454	1,439
	6	2,869	2,845	2,857	2,890	2,870	2,880	2,892	2,862	2,877
	7	1,436	1,441	1,438	1,429	1,435	1,432	1,419	1,441	1,430
	8	0,085	0,085	0,085	0,084	0,087	0,086	0,085	0,086	0,086
Nº DA EMBARCAÇÃO 018	Inicial	0,096	0,094	0,095	0,094	0,094	0,094	0,096	0,096	0,096
	1	1,476	1,449	1,462	1,463	1,461	1,462	1,471	1,488	1,480
	2	2,821	2,784	2,803	2,787	2,771	2,779	2,806	2,792	2,799
	3	1,479	1,446	1,463	1,463	1,448	1,455	1,457	1,465	1,461
	4	0,096	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,094	0,096	0,095
	5	1,481	1,456	1,468	1,452	1,449	1,451	1,469	1,459	1,464
	6	2,772	2,834	2,803	2,799	2,842	2,820	2,809	2,796	2,803
	7	1,464	1,458	1,461	1,456	1,466	1,461	1,448	1,465	1,457
	8	0,096	0,094	0,095	0,094	0,095	0,095	0,096	0,095	0,095
Nº DA EMBARCAÇÃO 019	Inicial	0,101	0,098	0,099	0,099	0,100	0,100	0,101	0,101	0,101
	1	1,488	1,517	1,502	1,508	1,485	1,497	1,507	1,501	1,504
	2	2,882	2,840	2,861	2,862	2,893	2,878	2,870	2,857	2,864
	3	1,497	1,513	1,505	1,506	1,494	1,500	1,493	1,497	1,495
	4	0,100	0,100	0,100	0,099	0,101	0,100	0,100	0,100	0,100
	5	1,500	1,486	1,493	1,522	1,517	1,519	1,508	1,486	1,497
	6	2,864	2,840	2,852	2,827	2,862	2,845	2,886	2,863	2,875
	7	1,499	1,508	1,503	1,495	1,477	1,486	1,505	1,495	1,500
	8	0,100	0,098	0,099	0,100	0,100	0,100	0,102	0,099	0,100

Nº DA EMBARCAÇÃO	020	Inicial	0,100	0,099	0,099	0,101	0,100	0,100	0,100	0,099	0,099
		1	1,511	1,501	1,506	1,507	1,509	1,508	1,501	1,502	1,502
		2	2,923	2,919	2,921	2,895	2,953	2,924	2,915	2,881	2,898
		3	1,499	1,514	1,507	1,492	1,508	1,500	1,497	1,504	1,500
		4	0,100	0,102	0,101	0,101	0,100	0,100	0,098	0,101	0,100
		5	1,469	1,494	1,481	1,519	1,521	1,520	1,522	1,511	1,517
		6	2,900	2,894	2,897	2,914	2,931	2,923	2,907	2,939	2,923
		7	1,522	1,512	1,517	1,522	1,524	1,523	1,503	1,492	1,498
		8	0,099	0,100	0,100	0,101	0,101	0,101	0,101	0,099	0,100
Nº DA EMBARCAÇÃO	021	Inicial	0,095	0,096	0,096	0,096	0,095	0,096	0,095	0,096	0,095
		1	1,474	1,483	1,479	1,446	1,477	1,462	1,474	1,462	1,468
		2	2,852	2,885	2,869	2,834	2,817	2,826	2,819	2,843	2,831
		3	1,441	1,494	1,468	1,463	1,462	1,462	1,457	1,467	1,462
		4	0,096	0,095	0,095	0,096	0,095	0,096	0,095	0,096	0,096
		5	1,462	1,444	1,453	1,453	1,463	1,458	1,474	1,447	1,460
		6	2,825	2,809	2,817	2,808	2,832	2,820	2,828	2,804	2,816
		7	1,463	1,447	1,455	1,472	1,450	1,461	1,436	1,472	1,454
		8	0,094	0,098	0,096	0,096	0,094	0,095	0,094	0,094	0,094
Nº DA EMBARCAÇÃO	022	Inicial	0,065	0,066	0,065	0,066	0,066	0,066	0,065	0,066	0,065
		1	1,350	1,360	1,355	1,361	1,365	1,363	1,361	1,379	1,370
		2	2,712	2,719	2,716	2,744	2,762	2,753	2,741	2,738	2,739
		3	1,381	1,350	1,365	1,396	1,356	1,376	1,364	1,353	1,359
		4	0,064	0,065	0,065	0,067	0,066	0,066	0,066	0,067	0,066
		5	1,360	1,354	1,357	1,381	1,360	1,370	1,340	1,359	1,349
		6	2,737	2,729	2,733	2,720	2,730	2,725	2,748	2,726	2,737
		7	1,358	1,381	1,370	1,333	1,378	1,356	1,377	1,353	1,365
		8	0,066	0,067	0,067	0,066	0,065	0,066	0,066	0,066	0,066
Nº DA EMBARCAÇÃO	023	Inicial	0,027	0,026	0,027	0,027	0,026	0,026	0,027	0,026	0,027
		1	1,118	1,094	1,106	1,102	1,090	1,096	1,087	1,112	1,099
		2	2,178	2,173	2,176	2,120	2,127	2,123	2,127	2,151	2,139
		3	1,093	1,115	1,104	1,106	1,086	1,096	1,108	1,094	1,101
		4	0,028	0,026	0,027	0,027	0,028	0,027	0,026	0,026	0,026
		5	1,117	1,091	1,104	1,079	1,114	1,097	1,100	1,082	1,091
		6	2,139	2,168	2,154	2,177	2,130	2,154	2,128	2,130	2,129
		7	1,103	1,104	1,104	1,102	1,076	1,089	1,127	1,071	1,099
		8	0,027	0,026	0,026	0,028	0,026	0,027	0,027	0,027	0,027

N° DA EMBARCAÇÃO	024	Inicial	0,036	0,036	0,036	0,037	0,038	0,038	0,036	0,038	0,037
		1	1,057	1,081	1,069	1,090	1,063	1,077	1,070	1,075	1,073
		2	2,091	2,095	2,093	2,080	2,054	2,067	2,089	2,066	2,077
		3	1,055	1,086	1,070	1,054	1,069	1,061	1,079	1,058	1,068
		4	0,037	0,035	0,036	0,037	0,037	0,037	0,036	0,036	0,036
		5	1,055	1,063	1,059	1,049	1,046	1,048	1,070	1,068	1,069
		6	2,073	2,086	2,080	2,069	2,036	2,052	2,061	2,063	2,062
		7	1,065	1,082	1,074	1,055	1,053	1,054	1,069	1,040	1,054
		8	0,037	0,036	0,037	0,036	0,037	0,036	0,037	0,037	0,037
N° DA EMBARCAÇÃO	025	Inicial	0,019	0,019	0,019	0,018	0,018	0,018	0,019	0,018	0,019
		1	1,027	1,033	1,030	1,026	1,038	1,032	1,028	1,016	1,022
		2	2,029	2,048	2,039	2,042	2,017	2,029	2,040	2,024	2,032
		3	1,044	1,022	1,033	1,014	1,043	1,028	1,018	1,029	1,023
		4	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,018	0,019	0,019
		5	1,000	1,038	1,019	1,024	1,020	1,022	1,027	1,037	1,032
		6	2,048	2,035	2,042	2,059	2,057	2,058	2,043	2,070	2,057
		7	1,017	1,015	1,016	1,036	1,022	1,029	1,037	1,022	1,030
		8	0,018	0,019	0,018	0,019	0,019	0,019	0,018	0,019	0,019
N° DA EMBARCAÇÃO	026	Inicial	0,059	0,057	0,058	0,059	0,060	0,059	0,060	0,057	0,058
		1	1,316	1,312	1,314	1,305	1,298	1,301	1,290	1,292	1,291
		2	2,236	2,202	2,219	2,242	2,249	2,245	2,237	2,256	2,246
		3	1,293	1,290	1,291	1,302	1,267	1,284	1,302	1,305	1,303
		4	0,062	0,058	0,060	0,058	0,059	0,059	0,059	0,057	0,058
		5	1,289	1,313	1,301	1,300	1,307	1,303	1,263	1,304	1,284
		6	2,232	2,194	2,213	2,240	2,217	2,229	2,223	2,253	2,238
		7	1,291	1,312	1,301	1,312	1,296	1,304	1,284	1,316	1,300
		8	0,057	0,059	0,058	0,056	0,059	0,058	0,061	0,059	0,060
N° DA EMBARCAÇÃO	027	Inicial	0,044	0,045	0,045	0,045	0,044	0,045	0,045	0,043	0,044
		1	1,119	1,133	1,126	1,110	1,114	1,112	1,120	1,110	1,115
		2	2,140	2,134	2,137	2,150	2,119	2,134	2,117	2,154	2,136
		3	1,087	1,124	1,105	1,110	1,100	1,105	1,104	1,124	1,114
		4	0,044	0,045	0,045	0,044	0,043	0,043	0,044	0,045	0,044
		5	1,119	1,122	1,121	1,120	1,134	1,127	1,135	1,132	1,134
		6	2,115	2,151	2,133	2,155	2,150	2,153	2,135	2,136	2,135
		7	1,099	1,105	1,102	1,092	1,103	1,098	1,117	1,108	1,113
		8	0,043	0,046	0,044	0,044	0,045	0,045	0,045	0,043	0,044

Nº DA EMBARCAÇÃO	028	Inicial	0,105	0,105	0,105	0,107	0,107	0,107	0,107	0,106	0,106
		1	1,564	1,584	1,574	1,517	1,535	1,526	1,567	1,562	1,565
		2	2,935	2,937	2,936	2,945	2,944	2,945	2,987	2,965	2,976
		3	1,551	1,546	1,549	1,530	1,553	1,541	1,563	1,574	1,569
		4	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,108	0,106	0,107
		5	1,538	1,534	1,536	1,521	1,555	1,538	1,550	1,596	1,573
		6	2,969	2,947	2,958	2,960	2,965	2,962	2,972	2,960	2,966
		7	1,585	1,533	1,559	1,525	1,538	1,531	1,502	1,535	1,519
		8	0,105	0,106	0,106	0,105	0,108	0,106	0,105	0,108	0,107
Nº DA EMBARCAÇÃO	029	Inicial	0,086	0,082	0,084	0,083	0,084	0,083	0,084	0,084	0,084
		1	1,443	1,454	1,448	1,436	1,438	1,437	1,439	1,452	1,445
		2	2,895	2,854	2,874	2,864	2,850	2,857	2,808	2,864	2,836
		3	1,420	1,455	1,438	1,439	1,458	1,449	1,441	1,449	1,445
		4	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084
		5	1,441	1,441	1,441	1,425	1,458	1,442	1,447	1,464	1,456
		6	2,834	2,846	2,840	2,866	2,878	2,872	2,848	2,864	2,856
		7	1,433	1,463	1,448	1,448	1,467	1,458	1,441	1,449	1,445
		8	0,083	0,084	0,083	0,082	0,086	0,084	0,085	0,084	0,084
Nº DA EMBARCAÇÃO	030	Inicial	0,110	0,110	0,110	0,108	0,109	0,109	0,109	0,108	0,109
		1	1,619	1,639	1,629	1,606	1,568	1,587	1,600	1,609	1,604
		2	3,029	3,014	3,021	3,009	2,948	2,979	3,021	2,992	3,007
		3	1,611	1,579	1,595	1,598	1,589	1,593	1,618	1,610	1,614
		4	0,109	0,110	0,110	0,108	0,111	0,110	0,108	0,108	0,108
		5	1,619	1,607	1,613	1,624	1,619	1,621	1,574	1,599	1,586
		6	3,009	3,023	3,016	2,988	3,007	2,997	2,995	2,997	2,996
		7	1,592	1,580	1,586	1,596	1,593	1,594	1,608	1,590	1,599
		8	0,110	0,109	0,110	0,109	0,108	0,109	0,108	0,111	0,109
Nº DA EMBARCAÇÃO	031	Inicial	0,020	0,022	0,021	0,020	0,021	0,020	0,022	0,023	0,022
		1	1,198	1,220	1,209	1,201	1,193	1,197	1,189	1,194	1,191
		2	2,292	2,304	2,298	2,307	2,279	2,293	2,299	2,306	2,302
		3	1,224	1,218	1,221	1,222	1,205	1,214	1,186	1,185	1,185
		4	0,021	0,021	0,021	0,022	0,022	0,022	0,023	0,021	0,022
		5	1,205	1,192	1,198	1,172	1,204	1,188	1,207	1,204	1,206
		6	2,300	2,303	2,301	2,292	2,299	2,296	2,296	2,295	2,296
		7	1,250	1,202	1,226	1,207	1,220	1,213	1,218	1,201	1,210
		8	0,022	0,024	0,023	0,021	0,021	0,021	0,021	0,022	0,022

**APÊNDICE VI - RESULTADOS DAS DIFERENÇAS ENTRE OS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO MÉDIOS FINAIS
DAS EMBARCAÇÕES**

	MOVIMENTOS	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO MÉDIOS FINAIS (°)			DIFERENÇAS ABSOLUTAS (°) - ERRO ABSOLUTO		DIFERENÇAS RELATIVAS (%) - ERRO RELATIVO	
		INCLINÔMETRO	PÊNDULO	TUBO "U"	PÊNDULO - INCLINÔMETRO	TUBO "U" - INCLINÔMETRO	PÊNDULO - INCLINÔMETRO	TUBO "U" - INCLINÔMETRO
01 Nº DA EMBARCAÇÃO:	Inicial	0,072	0,073	0,073	0,0013	0,0013	1,752%	1,791%
	1	1,084	1,095	1,062	0,0111	-0,0224	1,013%	-2,111%
	2	2,145	2,142	2,148	-0,0031	0,0031	-0,143%	0,143%
	3	1,080	1,065	1,075	-0,0146	-0,0052	-1,366%	-0,487%
	4	0,070	0,073	0,073	0,0025	0,0025	3,388%	3,489%
	5	1,093	1,083	1,077	-0,0098	-0,0164	-0,909%	-1,520%
	6	2,152	2,154	2,155	0,0022	0,0033	0,102%	0,153%
	7	1,059	1,071	1,086	0,0123	0,0269	1,153%	2,477%
	8	0,073	0,073	0,073	0,0006	0,0005	0,765%	0,616%
02 Nº DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,063	0,063	0,063	-0,0004	0,0003	-0,580%	0,546%
	1	1,178	1,183	1,167	0,0048	-0,0117	0,404%	-1,000%
	2	2,246	2,247	2,252	0,0012	0,0060	0,051%	0,266%
	3	1,183	1,174	1,170	-0,0086	-0,0127	-0,728%	-1,083%
	4	0,061	0,063	0,063	0,0015	0,0020	2,361%	3,164%
	5	1,168	1,168	1,159	-0,0002	-0,0088	-0,014%	-0,758%
	6	2,249	2,251	2,243	0,0025	-0,0056	0,112%	-0,250%
	7	1,196	1,192	1,161	-0,0033	-0,0344	-0,280%	-2,961%
	8	0,062	0,065	0,063	0,0027	0,0007	4,144%	1,091%

03 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,056	0,059	0,056	0,0031	-0,0001	5,303%	-0,261%
	1	1,119	1,132	1,130	0,0124	0,0110	1,098%	0,976%
	2	2,196	2,195	2,197	-0,0014	0,0013	-0,062%	0,061%
	3	1,121	1,108	1,132	-0,0123	0,0114	-1,106%	1,010%
	4	0,058	0,057	0,058	-0,0008	-0,0002	-1,425%	-0,323%
	5	1,104	1,119	1,113	0,0154	0,0087	1,376%	0,782%
	6	2,205	2,201	2,198	-0,0045	-0,0079	-0,204%	-0,359%
	7	1,112	1,124	1,112	0,0120	-0,0003	1,069%	-0,029%
	8	0,058	0,057	0,058	-0,0010	-0,0007	-1,713%	-1,174%
04 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,077	0,078	0,079	0,0010	0,0019	1,323%	2,457%
	1	1,322	1,324	1,321	0,0021	-0,0007	0,159%	-0,049%
	2	2,405	2,412	2,403	0,0067	-0,0019	0,279%	-0,080%
	3	1,311	1,344	1,319	0,0323	0,0076	2,400%	0,574%
	4	0,077	0,078	0,079	0,0013	0,0025	1,686%	3,180%
	5	1,329	1,323	1,335	-0,0061	0,0059	-0,462%	0,443%
	6	2,395	2,400	2,412	0,0048	0,0174	0,201%	0,722%
	7	1,344	1,318	1,330	-0,0261	-0,0132	-1,979%	-0,989%
	8	0,079	0,078	0,079	-0,0008	0,0007	-1,032%	0,820%
05 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,072	0,072	0,072	0,0002	0,0002	0,240%	0,322%
	1	1,290	1,282	1,258	-0,0083	-0,0319	-0,647%	-2,538%
	2	2,354	2,350	2,354	-0,0039	0,0000	-0,165%	0,000%
	3	1,265	1,290	1,277	0,0252	0,0122	1,950%	0,952%
	4	0,073	0,073	0,072	0,0002	-0,0012	0,249%	-1,746%
	5	1,264	1,263	1,280	-0,0003	0,0163	-0,023%	1,274%
	6	2,352	2,359	2,353	0,0067	0,0010	0,285%	0,043%
	7	1,275	1,272	1,280	-0,0032	0,0045	-0,255%	0,350%
	8	0,072	0,073	0,072	0,0012	-0,0004	1,679%	-0,592%

06 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,082	0,084	0,083	0,0017	0,0007	2,012%	0,884%
	1	1,382	1,358	1,375	-0,0242	-0,0078	-1,784%	-0,569%
	2	2,544	2,552	2,557	0,0080	0,0131	0,315%	0,512%
	3	1,363	1,383	1,368	0,0200	0,0050	1,448%	0,364%
	4	0,083	0,083	0,083	0,0005	-0,0003	0,616%	-0,394%
	5	1,381	1,397	1,360	0,0167	-0,0206	1,196%	-1,513%
	6	2,547	2,557	2,561	0,0100	0,0141	0,392%	0,550%
	7	1,362	1,379	1,389	0,0170	0,0266	1,230%	1,918%
	8	0,083	0,083	0,082	0,0001	-0,0001	0,130%	-0,078%
07 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,034	0,035	0,035	0,0008	0,0002	2,140%	0,594%
	1	1,035	1,021	1,032	-0,0138	-0,0028	-1,352%	-0,273%
	2	2,096	2,095	2,097	-0,0017	0,0011	-0,079%	0,054%
	3	1,019	1,006	1,018	-0,0128	-0,0004	-1,268%	-0,037%
	4	0,036	0,035	0,035	-0,0008	-0,0012	-2,349%	-3,372%
	5	1,021	1,040	1,029	0,0182	0,0078	1,750%	0,762%
	6	2,097	2,094	2,103	-0,0032	0,0052	-0,151%	0,249%
	7	1,024	1,039	1,047	0,0149	0,0221	1,434%	2,115%
	8	0,035	0,035	0,035	-0,0001	0,0005	-0,335%	1,278%
08 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,018	0,018	0,017	-0,0001	-0,0005	-0,605%	-2,754%
	1	1,297	1,304	1,285	0,0067	-0,0118	0,517%	-0,919%
	2	2,386	2,394	2,367	0,0082	-0,0195	0,343%	-0,826%
	3	1,293	1,286	1,282	-0,0074	-0,0107	-0,577%	-0,835%
	4	0,017	0,017	0,017	0,0000	0,0002	0,108%	0,978%
	5	1,281	1,295	1,286	0,0141	0,0048	1,090%	0,377%
	6	2,361	2,374	2,377	0,0137	0,0165	0,576%	0,695%
	7	1,296	1,308	1,307	0,0115	0,0110	0,877%	0,845%
	8	0,017	0,017	0,017	0,0002	0,0000	0,903%	-0,165%

09 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,022	0,022	0,021	0,0002	-0,0008	0,863%	-3,737%
	1	1,202	1,208	1,200	0,0062	-0,0016	0,513%	-0,132%
	2	2,269	2,255	2,267	-0,0136	-0,0019	-0,602%	-0,084%
	3	1,201	1,207	1,203	0,0060	0,0022	0,495%	0,185%
	4	0,023	0,022	0,022	-0,0010	-0,0004	-4,412%	-1,746%
	5	1,204	1,208	1,205	0,0034	0,0004	0,278%	0,036%
	6	2,287	2,287	2,300	0,0004	0,0131	0,015%	0,570%
	7	1,200	1,207	1,214	0,0069	0,0145	0,573%	1,191%
	8	0,022	0,022	0,021	-0,0002	-0,0010	-1,145%	-4,592%
010 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,027	0,026	0,026	-0,0004	-0,0003	-1,669%	-1,017%
	1	1,259	1,238	1,251	-0,0204	-0,0072	-1,644%	-0,579%
	2	2,323	2,313	2,341	-0,0105	0,0179	-0,453%	0,765%
	3	1,251	1,250	1,253	-0,0010	0,0021	-0,077%	0,170%
	4	0,027	0,027	0,027	-0,0002	0,0000	-0,883%	-0,097%
	5	1,254	1,231	1,244	-0,0230	-0,0103	-1,867%	-0,827%
	6	2,342	2,334	2,327	-0,0074	-0,0149	-0,316%	-0,642%
	7	1,255	1,264	1,267	0,0088	0,0121	0,693%	0,959%
	8	0,026	0,026	0,026	-0,0001	0,0000	-0,213%	-0,065%
011 N° DA EMBARCAÇÃO	Inicial	0,028	0,028	0,028	-0,0002	0,0006	-0,870%	2,048%
	1	1,154	1,133	1,146	-0,0212	-0,0081	-1,875%	-0,710%
	2	2,128	2,092	2,126	-0,0358	-0,0023	-1,711%	-0,108%
	3	1,140	1,151	1,154	0,0115	0,0145	1,003%	1,254%
	4	0,028	0,028	0,028	0,0005	0,0005	1,931%	1,745%
	5	1,149	1,135	1,159	-0,0135	0,0108	-1,187%	0,932%
	6	2,134	2,123	2,166	-0,0114	0,0319	-0,537%	1,474%
	7	1,159	1,158	1,130	-0,0011	-0,0284	-0,095%	-2,508%
	8	0,028	0,027	0,028	-0,0007	-0,0001	-2,402%	-0,216%

N° DA EMBARCAÇÃO 012	Inicial	0,081	0,082	0,083	0,0011	0,0015	1,357%	1,752%
	1	1,346	1,347	1,347	0,0013	0,0016	0,096%	0,122%
	2	2,624	2,619	2,642	-0,0052	0,0176	-0,199%	0,667%
	3	1,352	1,354	1,346	0,0023	-0,0059	0,168%	-0,436%
	4	0,083	0,082	0,083	-0,0008	-0,0006	-1,016%	-0,769%
	5	1,341	1,350	1,354	0,0087	0,0125	0,648%	0,923%
	6	2,648	2,629	2,625	-0,0188	-0,0226	-0,716%	-0,861%
	7	1,369	1,351	1,344	-0,0178	-0,0247	-1,320%	-1,834%
	8	0,081	0,083	0,082	0,0013	0,0007	1,574%	0,846%
N° DA EMBARCAÇÃO 013	Inicial	0,093	0,093	0,092	0,0007	-0,0005	0,713%	-0,493%
	1	1,448	1,460	1,453	0,0119	0,0051	0,816%	0,350%
	2	2,739	2,728	2,755	-0,0110	0,0155	-0,403%	0,562%
	3	1,458	1,449	1,456	-0,0088	-0,0022	-0,610%	-0,153%
	4	0,092	0,093	0,092	0,0010	0,0002	1,038%	0,223%
	5	1,462	1,444	1,461	-0,0179	-0,0009	-1,238%	-0,065%
	6	2,725	2,745	2,713	0,0196	-0,0124	0,713%	-0,456%
	7	1,447	1,453	1,464	0,0060	0,0165	0,413%	1,126%
	8	0,094	0,092	0,092	-0,0018	-0,0013	-1,978%	-1,436%
N° DA EMBARCAÇÃO 014	Inicial	0,084	0,082	0,083	-0,0014	-0,0009	-1,725%	-1,045%
	1	1,482	1,470	1,478	-0,0117	-0,0045	-0,797%	-0,302%
	2	2,848	2,840	2,835	-0,0079	-0,0126	-0,279%	-0,445%
	3	1,470	1,456	1,465	-0,0139	-0,0054	-0,956%	-0,369%
	4	0,083	0,084	0,084	0,0012	0,0007	1,456%	0,872%
	5	1,481	1,479	1,501	-0,0020	0,0201	-0,134%	1,340%
	6	2,848	2,838	2,854	-0,0102	0,0066	-0,359%	0,230%
	7	1,474	1,481	1,475	0,0070	0,0011	0,472%	0,078%
	8	0,083	0,082	0,082	-0,0011	-0,0002	-1,352%	-0,282%

N° DA EMBARCAÇÃO 015	Inicial	0,089	0,089	0,088	0,0004	-0,0007	0,499%	-0,794%
	1	1,428	1,443	1,446	0,0152	0,0176	1,051%	1,218%
	2	2,805	2,778	2,789	-0,0268	-0,0156	-0,965%	-0,558%
	3	1,448	1,446	1,447	-0,0017	-0,0010	-0,115%	-0,066%
	4	0,089	0,088	0,089	-0,0008	0,0006	-0,903%	0,638%
	5	1,435	1,446	1,458	0,0115	0,0236	0,792%	1,618%
	6	2,791	2,806	2,794	0,0153	0,0031	0,545%	0,109%
	7	1,440	1,434	1,449	-0,0057	0,0090	-0,401%	0,624%
	8	0,089	0,089	0,088	0,0003	-0,0008	0,337%	-0,918%
N° DA EMBARCAÇÃO 016	Inicial	0,093	0,092	0,092	-0,0005	-0,0011	-0,507%	-1,202%
	1	1,495	1,498	1,492	0,0033	-0,0028	0,219%	-0,189%
	2	2,822	2,853	2,831	0,0310	0,0090	1,085%	0,316%
	3	1,485	1,496	1,487	0,0109	0,0021	0,731%	0,140%
	4	0,092	0,092	0,093	0,0000	0,0010	-0,043%	1,043%
	5	1,478	1,495	1,487	0,0175	0,0088	1,168%	0,595%
	6	2,823	2,829	2,827	0,0057	0,0041	0,203%	0,146%
	7	1,489	1,490	1,499	0,0011	0,0105	0,074%	0,698%
	8	0,093	0,091	0,093	-0,0018	0,0001	-1,996%	0,150%
N° DA EMBARCAÇÃO 017	Inicial	0,085	0,086	0,084	0,0014	-0,0008	1,599%	-0,916%
	1	1,451	1,452	1,442	0,0011	-0,0093	0,076%	-0,643%
	2	2,896	2,883	2,889	-0,0133	-0,0070	-0,461%	-0,243%
	3	1,447	1,442	1,452	-0,0046	0,0053	-0,319%	0,365%
	4	0,085	0,086	0,085	0,0008	0,0003	0,949%	0,313%
	5	1,437	1,440	1,439	0,0030	0,0013	0,207%	0,091%
	6	2,857	2,880	2,877	0,0229	0,0199	0,797%	0,690%
	7	1,438	1,432	1,430	-0,0062	-0,0083	-0,434%	-0,582%
	8	0,085	0,086	0,086	0,0003	0,0004	0,366%	0,418%

N° DA EMBARCAÇÃO 018	Inicial	0,095	0,094	0,096	-0,0009	0,0006	-0,979%	0,662%
	1	1,462	1,462	1,480	-0,0004	0,0172	-0,031%	1,165%
	2	2,803	2,779	2,799	-0,0238	-0,0038	-0,857%	-0,135%
	3	1,463	1,455	1,461	-0,0074	-0,0017	-0,509%	-0,114%
	4	0,095	0,095	0,095	-0,0003	-0,0008	-0,274%	-0,898%
	5	1,468	1,451	1,464	-0,0179	-0,0042	-1,235%	-0,289%
	6	2,803	2,820	2,803	0,0177	0,0000	0,629%	0,001%
	7	1,461	1,461	1,457	-0,0003	-0,0041	-0,023%	-0,281%
	8	0,095	0,095	0,095	-0,0005	0,0003	-0,529%	0,280%
N° DA EMBARCAÇÃO 019	Inicial	0,099	0,100	0,101	0,0004	0,0013	0,369%	1,278%
	1	1,502	1,497	1,504	-0,0057	0,0019	-0,381%	0,126%
	2	2,861	2,878	2,864	0,0167	0,0026	0,579%	0,089%
	3	1,505	1,500	1,495	-0,0050	-0,0099	-0,330%	-0,660%
	4	0,100	0,100	0,100	0,0000	0,0007	0,029%	0,663%
	5	1,493	1,519	1,497	0,0263	0,0042	1,730%	0,279%
	6	2,852	2,845	2,875	-0,0075	0,0224	-0,263%	0,778%
	7	1,503	1,486	1,500	-0,0174	-0,0036	-1,171%	-0,240%
	8	0,099	0,100	0,100	0,0008	0,0010	0,781%	0,953%
N° DA EMBARCAÇÃO 020	Inicial	0,099	0,100	0,099	0,0008	0,0000	0,815%	-0,021%
	1	1,506	1,508	1,502	0,0022	-0,0043	0,146%	-0,288%
	2	2,921	2,924	2,898	0,0029	-0,0227	0,099%	-0,782%
	3	1,507	1,500	1,500	-0,0068	-0,0064	-0,452%	-0,424%
	4	0,101	0,100	0,100	-0,0007	-0,0013	-0,718%	-1,336%
	5	1,481	1,520	1,517	0,0384	0,0352	2,529%	2,322%
	6	2,897	2,923	2,923	0,0258	0,0261	0,882%	0,892%
	7	1,517	1,523	1,498	0,0061	-0,0193	0,402%	-1,291%
	8	0,100	0,101	0,100	0,0011	0,0003	1,138%	0,293%

N° DA EMBARCAÇÃO 021	Inicial	0,096	0,096	0,095	0,0000	-0,0002	-0,052%	-0,218%
	1	1,479	1,462	1,468	-0,0170	-0,0105	-1,166%	-0,712%
	2	2,869	2,826	2,831	-0,0431	-0,0376	-1,524%	-1,327%
	3	1,468	1,462	1,462	-0,0057	-0,0057	-0,389%	-0,393%
	4	0,095	0,096	0,096	0,0001	0,0001	0,129%	0,079%
	5	1,453	1,458	1,460	0,0049	0,0068	0,333%	0,468%
	6	2,817	2,820	2,816	0,0026	-0,0014	0,091%	-0,050%
	7	1,455	1,461	1,454	0,0066	-0,0002	0,451%	-0,012%
	8	0,096	0,095	0,094	-0,0006	-0,0021	-0,652%	-2,220%
N° DA EMBARCAÇÃO 022	Inicial	0,065	0,066	0,065	0,0008	-0,0002	1,208%	-0,272%
	1	1,355	1,363	1,370	0,0081	0,0150	0,591%	1,097%
	2	2,716	2,753	2,739	0,0372	0,0235	1,352%	0,859%
	3	1,365	1,376	1,359	0,0108	-0,0067	0,782%	-0,497%
	4	0,065	0,066	0,066	0,0016	0,0015	2,421%	2,329%
	5	1,357	1,370	1,349	0,0136	-0,0075	0,990%	-0,559%
	6	2,733	2,725	2,737	-0,0078	0,0045	-0,287%	0,164%
	7	1,370	1,356	1,365	-0,0141	-0,0046	-1,038%	-0,335%
	8	0,067	0,066	0,066	-0,0008	-0,0011	-1,183%	-1,602%
N° DA EMBARCAÇÃO 023	Inicial	0,027	0,026	0,027	-0,0003	-0,0002	-1,032%	-0,852%
	1	1,106	1,096	1,099	-0,0105	-0,0068	-0,962%	-0,619%
	2	2,176	2,123	2,139	-0,0522	-0,0366	-2,458%	-1,711%
	3	1,104	1,096	1,101	-0,0087	-0,0033	-0,790%	-0,300%
	4	0,027	0,027	0,026	0,0003	-0,0007	0,938%	-2,812%
	5	1,104	1,097	1,091	-0,0077	-0,0129	-0,700%	-1,186%
	6	2,154	2,154	2,129	0,0001	-0,0249	0,006%	-1,170%
	7	1,104	1,089	1,099	-0,0144	-0,0044	-1,319%	-0,399%
	8	0,026	0,027	0,027	0,0007	0,0008	2,467%	3,062%

N° DA EMBARCAÇÃO 024	Inicial	0,036	0,038	0,037	0,0017	0,0009	4,642%	2,509%
	1	1,069	1,077	1,073	0,0074	0,0034	0,691%	0,321%
	2	2,093	2,067	2,077	-0,0261	-0,0159	-1,262%	-0,767%
	3	1,070	1,061	1,068	-0,0089	-0,0019	-0,836%	-0,176%
	4	0,036	0,037	0,036	0,0008	-0,0001	2,262%	-0,153%
	5	1,059	1,048	1,069	-0,0113	0,0099	-1,074%	0,930%
	6	2,080	2,052	2,062	-0,0272	-0,0177	-1,326%	-0,858%
	7	1,074	1,054	1,054	-0,0202	-0,0196	-1,918%	-1,860%
	8	0,037	0,036	0,037	-0,0002	0,0002	-0,659%	0,624%
N° DA EMBARCAÇÃO 025	Inicial	0,019	0,018	0,019	-0,0011	-0,0004	-6,078%	-2,289%
	1	1,030	1,032	1,022	0,0022	-0,0075	0,217%	-0,737%
	2	2,039	2,029	2,032	-0,0092	-0,0065	-0,453%	-0,318%
	3	1,033	1,028	1,023	-0,0046	-0,0096	-0,450%	-0,939%
	4	0,019	0,019	0,019	0,0001	-0,0003	0,712%	-1,373%
	5	1,019	1,022	1,032	0,0027	0,0123	0,262%	1,188%
	6	2,042	2,058	2,057	0,0162	0,0150	0,788%	0,730%
	7	1,016	1,029	1,030	0,0133	0,0139	1,296%	1,347%
	8	0,018	0,019	0,019	0,0004	0,0003	2,346%	1,674%
N° DA EMBARCAÇÃO 026	Inicial	0,058	0,059	0,058	0,0011	0,0002	1,910%	0,425%
	1	1,314	1,301	1,291	-0,0127	-0,0231	-0,975%	-1,786%
	2	2,219	2,245	2,246	0,0265	0,0277	1,179%	1,233%
	3	1,291	1,284	1,303	-0,0070	0,0121	-0,542%	0,930%
	4	0,060	0,059	0,058	-0,0007	-0,0012	-1,227%	-1,976%
	5	1,301	1,303	1,284	0,0024	-0,0171	0,186%	-1,329%
	6	2,213	2,229	2,238	0,0157	0,0246	0,704%	1,101%
	7	1,301	1,304	1,300	0,0027	-0,0008	0,205%	-0,063%
	8	0,058	0,058	0,060	-0,0003	0,0022	-0,537%	3,586%

N° DA EMBARCAÇÃO 027	Inicial	0,045	0,045	0,044	0,0001	-0,0008	0,204%	-1,894%
	1	1,126	1,112	1,115	-0,0142	-0,0116	-1,274%	-1,037%
	2	2,137	2,134	2,136	-0,0025	-0,0010	-0,117%	-0,049%
	3	1,105	1,105	1,114	-0,0006	0,0086	-0,051%	0,768%
	4	0,045	0,043	0,044	-0,0010	-0,0002	-2,400%	-0,387%
	5	1,121	1,127	1,134	0,0067	0,0134	0,590%	1,186%
	6	2,133	2,153	2,135	0,0193	0,0019	0,896%	0,089%
	7	1,102	1,098	1,113	-0,0045	0,0108	-0,412%	0,967%
	8	0,044	0,045	0,044	0,0004	-0,0002	0,802%	-0,402%
N° DA EMBARCAÇÃO 028	Inicial	0,105	0,107	0,106	0,0020	0,0014	1,865%	1,290%
	1	1,574	1,526	1,565	-0,0477	-0,0092	-3,126%	-0,588%
	2	2,936	2,945	2,976	0,0088	0,0404	0,298%	1,356%
	3	1,549	1,541	1,569	-0,0076	0,0202	-0,493%	1,285%
	4	0,106	0,106	0,107	-0,0001	0,0007	-0,142%	0,640%
	5	1,536	1,538	1,573	0,0017	0,0373	0,109%	2,373%
	6	2,958	2,962	2,966	0,0044	0,0081	0,149%	0,272%
	7	1,559	1,531	1,519	-0,0278	-0,0401	-1,814%	-2,643%
	8	0,106	0,106	0,107	0,0004	0,0007	0,401%	0,654%
N° DA EMBARCAÇÃO 029	Inicial	0,084	0,083	0,084	-0,0007	-0,0004	-0,795%	-0,520%
	1	1,448	1,437	1,445	-0,0113	-0,0030	-0,789%	-0,206%
	2	2,874	2,857	2,836	-0,0171	-0,0383	-0,597%	-1,350%
	3	1,438	1,449	1,445	0,0111	0,0077	0,764%	0,536%
	4	0,084	0,084	0,084	-0,0004	0,0000	-0,420%	-0,031%
	5	1,441	1,442	1,456	0,0005	0,0145	0,036%	0,997%
	6	2,840	2,872	2,856	0,0316	0,0163	1,101%	0,571%
	7	1,448	1,458	1,445	0,0093	-0,0032	0,636%	-0,222%
	8	0,083	0,084	0,084	0,0008	0,0011	0,963%	1,297%

N° DA EMBARCAÇÃO 030	Inicial	0,110	0,109	0,109	-0,0016	-0,0015	-1,444%	-1,419%
	1	1,629	1,587	1,604	-0,0420	-0,0247	-2,645%	-1,542%
	2	3,021	2,979	3,007	-0,0428	-0,0147	-1,438%	-0,489%
	3	1,595	1,593	1,614	-0,0019	0,0186	-0,116%	1,153%
	4	0,110	0,110	0,108	0,0000	-0,0018	0,017%	-1,672%
	5	1,613	1,621	1,586	0,0083	-0,0264	0,515%	-1,666%
	6	3,016	2,997	2,996	-0,0184	-0,0196	-0,614%	-0,653%
	7	1,586	1,594	1,599	0,0082	0,0125	0,513%	0,782%
	8	0,110	0,109	0,109	-0,0010	-0,0006	-0,924%	-0,521%
N° DA EMBARCAÇÃO 031	Inicial	0,021	0,020	0,022	-0,0008	0,0011	-4,010%	5,018%
	1	1,209	1,197	1,191	-0,0126	-0,0183	-1,049%	-1,535%
	2	2,298	2,293	2,302	-0,0044	0,0048	-0,191%	0,210%
	3	1,221	1,214	1,185	-0,0078	-0,0360	-0,640%	-3,033%
	4	0,021	0,022	0,022	0,0007	0,0008	3,363%	3,798%
	5	1,198	1,188	1,206	-0,0098	0,0078	-0,822%	0,646%
	6	2,301	2,296	2,296	-0,0060	-0,0060	-0,259%	-0,260%
	7	1,226	1,213	1,210	-0,0128	-0,0164	-1,051%	-1,354%
	8	0,023	0,021	0,022	-0,0021	-0,0015	-10,041%	-6,878%

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			1		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	13/12/2017	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,079	0,068	0,073	0,078	0,078	0,075	0,066	0,071	0,078	0,068	0,073
1	1,012	1,081	1,114	1,127	1,080	1,047	1,061	1,130	1,076	1,063	1,079
2	2,117	2,170	2,157	2,170	2,111	2,172	2,127	2,132	2,177	2,177	2,151
3	1,149	1,072	1,036	1,129	1,010	1,085	1,123	1,032	1,116	1,000	1,075
4	0,065	0,072	0,079	0,071	0,065	0,067	0,069	0,074	0,068	0,076	0,071
5	1,073	1,139	1,137	1,122	1,068	1,086	1,118	1,078	1,126	1,141	1,109
6	2,154	2,142	2,165	2,127	2,155	2,102	2,174	2,168	2,132	2,196	2,151
7	1,022	1,130	1,074	1,029	1,079	1,075	1,008	1,058	1,094	1,056	1,063
8	0,070	0,071	0,079	0,080	0,074	0,066	0,068	0,073	0,073	0,069	0,072

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,072	0,072	0,076	0,073	0,073	0,067	0,068	0,068	0,067	0,068	0,070
1	1,018	1,066	1,092	1,112	1,134	1,016	1,124	1,143	1,101	1,084	1,089
2	2,140	2,118	2,113	2,107	2,130	2,147	2,141	2,177	2,163	2,160	2,140
3	1,028	1,026	1,066	1,123	1,082	1,125	1,051	1,096	1,138	1,111	1,085
4	0,066	0,067	0,066	0,066	0,070	0,072	0,073	0,072	0,077	0,069	0,070
5	1,052	1,008	1,067	1,065	1,077	1,124	1,146	1,108	1,003	1,121	1,077
6	2,184	2,154	2,140	2,148	2,153	2,111	2,198	2,107	2,159	2,165	2,152
7	1,059	1,029	1,018	1,006	1,114	1,100	1,072	1,133	1,000	1,021	1,055
8	0,068	0,075	0,068	0,074	0,079	0,079	0,078	0,067	0,066	0,077	0,073

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,067	0,074	0,079	0,080	0,069	0,070	0,078	0,073	0,080	0,072	0,074
1	1,127	1,068	1,057	1,128	1,046	1,147	1,114	1,072	1,110	1,052	1,092
2	2,174	2,116	2,111	2,200	2,150	2,190	2,128	2,149	2,158	2,104	2,148
3	1,029	1,049	1,066	1,087	1,108	1,017	1,089	1,117	1,026	1,069	1,066
4	0,076	0,068	0,077	0,069	0,072	0,075	0,079	0,071	0,069	0,073	0,073
5	1,075	1,052	1,101	1,088	1,140	1,043	1,014	1,001	1,038	1,061	1,061
6	2,192	2,121	2,138	2,105	2,103	2,187	2,173	2,164	2,130	2,200	2,151
7	1,058	1,069	1,140	1,105	1,003	1,042	1,066	1,135	1,130	1,001	1,075
8	0,079	0,073	0,071	0,079	0,071	0,075	0,076	0,072	0,072	0,067	0,074

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,077	0,068	0,073	0,077	0,075	0,070	0,067	0,071	0,068	0,075	0,072
1	1,100	1,123	1,116	1,030	1,095	1,146	1,128	1,097	1,109	1,037	1,098
2	2,105	2,148	2,158	2,110	2,158	2,122	2,135	2,108	2,199	2,124	2,137
3	1,105	1,004	1,062	1,062	1,123	1,108	1,079	1,094	1,002	1,014	1,065
4	0,073	0,069	0,080	0,069	0,078	0,071	0,080	0,065	0,072	0,065	0,072
5	1,110	1,117	1,077	1,083	1,116	1,145	1,022	1,147	1,088	1,144	1,105
6	2,167	2,176	2,164	2,171	2,170	2,195	2,184	2,118	2,110	2,111	2,157
7	1,027	1,059	1,147	1,071	1,030	1,050	1,025	1,144	1,100	1,023	1,068
8	0,076	0,068	0,067	0,071	0,072	0,075	0,070	0,074	0,078	0,079	0,073

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,072	0,075	0,068	0,068	0,071	0,074	0,079	0,076	0,079	0,077	0,074
1	1,067	1,034	1,084	1,004	1,041	1,002	1,033	1,008	1,024	1,034	1,033
2	2,126	2,117	2,149	2,192	2,109	2,173	2,182	2,186	2,122	2,148	2,151
3	1,011	1,123	1,108	1,137	1,042	1,069	1,096	1,121	1,103	1,070	1,088
4	0,078	0,070	0,072	0,073	0,068	0,080	0,067	0,078	0,067	0,073	0,073
5	1,141	1,056	1,049	1,062	1,017	1,098	1,000	1,145	1,070	1,091	1,073
6	2,162	2,180	2,188	2,175	2,154	2,136	2,184	2,134	2,181	2,171	2,167
7	1,122	1,137	1,092	1,142	1,128	1,143	1,046	1,148	1,123	1,067	1,115
8	0,074	0,076	0,066	0,077	0,080	0,068	0,068	0,077	0,076	0,075	0,074

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,077	0,067	0,067	0,074	0,072	0,078	0,074	0,078	0,069	0,069	0,073
1	1,075	1,087	1,108	1,149	1,130	1,022	1,046	1,131	1,033	1,120	1,090
2	2,129	2,137	2,181	2,164	2,142	2,128	2,169	2,112	2,139	2,161	2,146
3	1,016	1,145	1,022	1,060	1,057	1,037	1,054	1,071	1,121	1,030	1,061
4	0,077	0,076	0,077	0,071	0,074	0,071	0,074	0,074	0,069	0,065	0,073
5	1,082	1,094	1,070	1,000	1,126	1,078	1,026	1,137	1,132	1,057	1,080
6	2,188	2,158	2,170	2,121	2,151	2,111	2,137	2,185	2,103	2,111	2,143
7	1,077	1,083	1,101	1,073	1,042	1,134	1,026	1,005	1,012	1,015	1,057
8	0,074	0,074	0,073	0,069	0,068	0,073	0,077	0,079	0,072	0,069	0,073

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			2		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	20/12/2017	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,068	0,069	0,064	0,057	0,067	0,058	0,068	0,066	0,066	0,062	0,064
1	1,104	1,201	1,218	1,222	1,158	1,247	1,145	1,188	1,240	1,107	1,183
2	2,248	2,221	2,235	2,271	2,293	2,268	2,210	2,249	2,208	2,254	2,246
3	1,138	1,240	1,150	1,234	1,239	1,195	1,211	1,204	1,224	1,248	1,208
4	0,066	0,068	0,057	0,058	0,063	0,059	0,058	0,068	0,065	0,066	0,063
5	1,246	1,158	1,206	1,174	1,204	1,105	1,237	1,118	1,221	1,108	1,178
6	2,255	2,211	2,218	2,249	2,233	2,278	2,280	2,243	2,273	2,217	2,246
7	1,128	1,147	1,239	1,242	1,237	1,230	1,245	1,217	1,216	1,203	1,210
8	0,061	0,069	0,061	0,058	0,061	0,066	0,064	0,055	0,067	0,064	0,063

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,066	0,057	0,067	0,064	0,056	0,065	0,056	0,066	0,059	0,057	0,061
1	1,198	1,177	1,218	1,211	1,162	1,109	1,200	1,135	1,133	1,191	1,173
2	2,225	2,295	2,267	2,261	2,292	2,203	2,218	2,206	2,288	2,212	2,247
3	1,140	1,145	1,183	1,141	1,125	1,119	1,154	1,207	1,248	1,110	1,157
4	0,059	0,058	0,059	0,067	0,059	0,062	0,063	0,059	0,055	0,057	0,060
5	1,163	1,142	1,100	1,154	1,177	1,140	1,249	1,168	1,149	1,143	1,158
6	2,205	2,285	2,286	2,283	2,275	2,280	2,224	2,202	2,226	2,258	2,252
7	1,113	1,248	1,203	1,205	1,214	1,227	1,122	1,102	1,207	1,169	1,181
8	0,064	0,066	0,069	0,061	0,058	0,062	0,059	0,058	0,058	0,060	0,062

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,065	0,063	0,068	0,059	0,065	0,066	0,063	0,055	0,055	0,067	0,063
1	1,230	1,227	1,107	1,204	1,117	1,194	1,164	1,123	1,238	1,243	1,185
2	2,271	2,266	2,219	2,218	2,255	2,222	2,204	2,282	2,246	2,244	2,243
3	1,213	1,155	1,168	1,196	1,210	1,114	1,176	1,129	1,222	1,180	1,176
4	0,066	0,065	0,062	0,059	0,060	0,058	0,059	0,069	0,064	0,062	0,062
5	1,238	1,189	1,123	1,223	1,103	1,209	1,241	1,105	1,176	1,124	1,173
6	2,204	2,236	2,289	2,207	2,226	2,236	2,264	2,258	2,284	2,220	2,242
7	1,242	1,155	1,161	1,161	1,217	1,190	1,233	1,206	1,212	1,201	1,198
8	0,066	0,061	0,063	0,070	0,056	0,058	0,069	0,069	0,065	0,056	0,063

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,057	0,055	0,068	0,063	0,061	0,066	0,062	0,069	0,065	0,058	0,062
1	1,198	1,195	1,158	1,193	1,236	1,176	1,160	1,216	1,130	1,153	1,181
2	2,289	2,208	2,271	2,269	2,251	2,241	2,238	2,272	2,249	2,231	2,252
3	1,130	1,232	1,234	1,118	1,231	1,136	1,167	1,141	1,182	1,150	1,172
4	0,063	0,064	0,061	0,063	0,069	0,060	0,068	0,061	0,060	0,061	0,063
5	1,114	1,140	1,158	1,244	1,119	1,196	1,233	1,145	1,162	1,114	1,163
6	2,271	2,226	2,261	2,272	2,299	2,263	2,278	2,274	2,241	2,220	2,260
7	1,160	1,209	1,197	1,228	1,167	1,104	1,227	1,224	1,219	1,135	1,187
8	0,065	0,065	0,063	0,066	0,070	0,068	0,070	0,066	0,066	0,065	0,066

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,056	0,065	0,067	0,068	0,064	0,066	0,065	0,059	0,069	0,065	0,065
1	1,233	1,176	1,163	1,138	1,158	1,135	1,179	1,142	1,102	1,182	1,161
2	2,252	2,214	2,246	2,232	2,275	2,232	2,285	2,214	2,274	2,225	2,245
3	1,221	1,221	1,175	1,213	1,170	1,227	1,228	1,165	1,109	1,211	1,194
4	0,058	0,064	0,060	0,055	0,068	0,068	0,066	0,067	0,067	0,060	0,063
5	1,145	1,227	1,116	1,147	1,235	1,105	1,128	1,165	1,104	1,217	1,159
6	2,202	2,294	2,246	2,264	2,229	2,234	2,207	2,263	2,200	2,233	2,237
7	1,156	1,149	1,124	1,116	1,237	1,135	1,150	1,109	1,229	1,139	1,154
8	0,056	0,062	0,064	0,060	0,056	0,063	0,062	0,061	0,062	0,068	0,061

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,069	0,058	0,061	0,058	0,067	0,062	0,065	0,064	0,057	0,059	0,062
1	1,111	1,226	1,152	1,215	1,246	1,155	1,166	1,202	1,113	1,138	1,172
2	2,284	2,239	2,241	2,278	2,221	2,297	2,285	2,229	2,273	2,248	2,260
3	1,165	1,163	1,147	1,100	1,169	1,139	1,181	1,136	1,118	1,144	1,146
4	0,066	0,068	0,064	0,060	0,060	0,064	0,066	0,060	0,061	0,064	0,063
5	1,140	1,176	1,239	1,174	1,145	1,103	1,191	1,161	1,122	1,145	1,160
6	2,223	2,232	2,290	2,221	2,248	2,299	2,255	2,207	2,248	2,270	2,249
7	1,164	1,165	1,192	1,201	1,127	1,118	1,185	1,223	1,108	1,199	1,168
8	0,056	0,067	0,064	0,069	0,069	0,066	0,063	0,059	0,070	0,061	0,064

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			3		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	15/01/2018	HORA DO TESTE:	09:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,053	0,060	0,051	0,064	0,055	0,053	0,053	0,062	0,051	0,054	0,056
1	1,069	1,138	1,095	1,198	1,072	1,111	1,177	1,160	1,068	1,156	1,124
2	2,200	2,171	2,231	2,152	2,177	2,221	2,163	2,166	2,205	2,237	2,192
3	1,191	1,160	1,197	1,057	1,145	1,146	1,087	1,110	1,089	1,084	1,127
4	0,051	0,065	0,059	0,053	0,063	0,058	0,061	0,054	0,057	0,061	0,058
5	1,087	1,067	1,056	1,100	1,100	1,055	1,101	1,096	1,067	1,057	1,079
6	2,232	2,187	2,183	2,214	2,230	2,195	2,234	2,245	2,200	2,201	2,212
7	1,098	1,125	1,117	1,058	1,109	1,163	1,060	1,087	1,088	1,168	1,107
8	0,064	0,054	0,056	0,056	0,063	0,055	0,064	0,057	0,054	0,062	0,058

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,060	0,055	0,056	0,059	0,052	0,054	0,052	0,064	0,061	0,051	0,056
1	1,092	1,112	1,155	1,077	1,150	1,200	1,126	1,080	1,065	1,089	1,115
2	2,214	2,155	2,249	2,150	2,164	2,200	2,239	2,239	2,235	2,152	2,200
3	1,085	1,100	1,149	1,173	1,177	1,056	1,097	1,075	1,089	1,144	1,115
4	0,060	0,061	0,063	0,055	0,053	0,064	0,054	0,053	0,051	0,064	0,058
5	1,167	1,090	1,053	1,155	1,170	1,146	1,060	1,100	1,170	1,183	1,129
6	2,232	2,187	2,172	2,210	2,245	2,220	2,230	2,164	2,156	2,172	2,199
7	1,075	1,077	1,169	1,128	1,160	1,064	1,119	1,148	1,050	1,177	1,117
8	0,054	0,059	0,060	0,052	0,063	0,056	0,064	0,064	0,059	0,054	0,058

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,063	0,060	0,060	0,056	0,054	0,059	0,064	0,058	0,053	0,059	0,059
1	1,084	1,198	1,079	1,166	1,183	1,199	1,095	1,077	1,148	1,124	1,135
2	2,171	2,177	2,180	2,150	2,244	2,158	2,188	2,172	2,239	2,243	2,192
3	1,139	1,130	1,058	1,077	1,083	1,089	1,080	1,093	1,136	1,187	1,107
4	0,055	0,062	0,052	0,054	0,062	0,064	0,051	0,054	0,062	0,064	0,058
5	1,093	1,057	1,112	1,097	1,145	1,117	1,145	1,179	1,152	1,095	1,119
6	2,162	2,222	2,178	2,178	2,159	2,236	2,202	2,173	2,207	2,166	2,188
7	1,180	1,091	1,096	1,071	1,063	1,166	1,179	1,103	1,173	1,167	1,129
8	0,062	0,051	0,065	0,060	0,054	0,065	0,052	0,055	0,053	0,059	0,058

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,062	0,056	0,061	0,064	0,054	0,056	0,062	0,065	0,054	0,064	0,060
1	1,103	1,186	1,072	1,199	1,178	1,065	1,066	1,129	1,153	1,133	1,128
2	2,193	2,163	2,197	2,165	2,227	2,173	2,160	2,208	2,244	2,242	2,197
3	1,101	1,053	1,184	1,132	1,054	1,099	1,059	1,056	1,165	1,193	1,109
4	0,050	0,052	0,056	0,057	0,058	0,051	0,058	0,053	0,065	0,062	0,056
5	1,102	1,113	1,078	1,064	1,158	1,151	1,089	1,107	1,170	1,164	1,120
6	2,207	2,208	2,231	2,243	2,233	2,241	2,214	2,173	2,199	2,188	2,214
7	1,067	1,126	1,085	1,166	1,132	1,199	1,198	1,094	1,057	1,071	1,119
8	0,051	0,065	0,055	0,057	0,056	0,057	0,058	0,064	0,061	0,050	0,057

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,051	0,053	0,053	0,057	0,054	0,062	0,052	0,050	0,064	0,062	0,056
1	1,141	1,146	1,199	1,074	1,164	1,051	1,060	1,175	1,112	1,166	1,129
2	2,190	2,178	2,250	2,163	2,219	2,168	2,176	2,219	2,212	2,196	2,197
3	1,158	1,180	1,137	1,104	1,128	1,068	1,078	1,098	1,081	1,078	1,111
4	0,053	0,055	0,063	0,063	0,052	0,057	0,057	0,057	0,064	0,050	0,057
5	1,162	1,153	1,095	1,076	1,060	1,196	1,130	1,077	1,106	1,058	1,111
6	2,187	2,239	2,191	2,222	2,184	2,189	2,170	2,175	2,204	2,154	2,191
7	1,065	1,063	1,156	1,121	1,178	1,118	1,050	1,115	1,138	1,160	1,116
8	0,063	0,056	0,057	0,058	0,058	0,063	0,056	0,051	0,057	0,052	0,057

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,062	0,057	0,051	0,055	0,052	0,054	0,055	0,061	0,058	0,054	0,056
1	1,144	1,085	1,103	1,102	1,054	1,172	1,179	1,197	1,124	1,161	1,132
2	2,165	2,220	2,215	2,204	2,217	2,161	2,194	2,186	2,206	2,212	2,198
3	1,098	1,184	1,188	1,171	1,152	1,184	1,127	1,107	1,193	1,124	1,153
4	0,054	0,065	0,058	0,062	0,063	0,054	0,052	0,063	0,059	0,053	0,058
5	1,075	1,099	1,166	1,194	1,069	1,154	1,097	1,064	1,093	1,130	1,114
6	2,227	2,153	2,244	2,230	2,230	2,173	2,172	2,222	2,229	2,157	2,204
7	1,093	1,069	1,083	1,132	1,086	1,098	1,181	1,148	1,083	1,102	1,107
8	0,062	0,057	0,052	0,063	0,061	0,059	0,057	0,055	0,055	0,062	0,058

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			4		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	22/01/2018	HORA DO TESTE:	13:00 às 16:30

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,077	0,080	0,074	0,072	0,074	0,082	0,082	0,077	0,080	0,079	0,078
1	1,293	1,292	1,379	1,375	1,351	1,260	1,304	1,251	1,396	1,272	1,317
2	2,373	2,355	2,439	2,431	2,370	2,428	2,419	2,435	2,416	2,366	2,403
3	1,297	1,345	1,377	1,276	1,269	1,270	1,356	1,356	1,260	1,374	1,318
4	0,077	0,078	0,078	0,083	0,073	0,083	0,082	0,072	0,085	0,071	0,078
5	1,395	1,357	1,284	1,365	1,323	1,292	1,385	1,363	1,278	1,262	1,330
6	2,407	2,403	2,371	2,440	2,399	2,445	2,396	2,389	2,378	2,398	2,403
7	1,391	1,388	1,381	1,262	1,362	1,394	1,291	1,254	1,318	1,380	1,342
8	0,081	0,082	0,077	0,083	0,071	0,078	0,083	0,074	0,080	0,080	0,079

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,075	0,076	0,077	0,083	0,072	0,077	0,076	0,078	0,072	0,078	0,076
1	1,389	1,256	1,372	1,386	1,372	1,297	1,270	1,259	1,321	1,338	1,326
2	2,420	2,422	2,395	2,423	2,368	2,391	2,393	2,433	2,427	2,404	2,408
3	1,283	1,348	1,376	1,373	1,323	1,253	1,290	1,270	1,265	1,269	1,305
4	0,081	0,080	0,071	0,077	0,072	0,070	0,084	0,073	0,071	0,073	0,075
5	1,345	1,359	1,353	1,393	1,328	1,320	1,316	1,280	1,256	1,325	1,327
6	2,393	2,364	2,357	2,352	2,419	2,379	2,384	2,407	2,385	2,435	2,387
7	1,342	1,305	1,369	1,357	1,335	1,292	1,365	1,325	1,394	1,368	1,345
8	0,080	0,082	0,076	0,077	0,073	0,084	0,080	0,071	0,084	0,077	0,078

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,072	0,073	0,084	0,080	0,079	0,085	0,073	0,075	0,083	0,080	0,078
1	1,341	1,305	1,332	1,290	1,256	1,377	1,328	1,290	1,355	1,318	1,319
2	2,443	2,368	2,408	2,355	2,402	2,394	2,428	2,425	2,389	2,445	2,406
3	1,320	1,289	1,396	1,354	1,361	1,369	1,368	1,254	1,363	1,320	1,339
4	0,085	0,081	0,075	0,073	0,081	0,077	0,076	0,079	0,071	0,074	0,077
5	1,383	1,314	1,277	1,352	1,282	1,324	1,268	1,281	1,388	1,359	1,323
6	2,426	2,365	2,383	2,440	2,364	2,408	2,362	2,428	2,359	2,447	2,398
7	1,256	1,272	1,339	1,387	1,310	1,300	1,298	1,309	1,339	1,297	1,311
8	0,071	0,085	0,077	0,074	0,072	0,074	0,078	0,077	0,071	0,072	0,075

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,076	0,078	0,079	0,072	0,075	0,082	0,081	0,083	0,075	0,077	0,078
1	1,377	1,264	1,336	1,394	1,280	1,281	1,328	1,394	1,359	1,268	1,328
2	2,419	2,419	2,450	2,408	2,406	2,400	2,440	2,375	2,437	2,432	2,419
3	1,369	1,349	1,375	1,335	1,268	1,384	1,312	1,390	1,302	1,399	1,348
4	0,081	0,074	0,082	0,081	0,078	0,072	0,082	0,079	0,075	0,084	0,079
5	1,328	1,357	1,373	1,343	1,251	1,334	1,343	1,256	1,276	1,369	1,323
6	2,400	2,445	2,380	2,389	2,416	2,396	2,413	2,366	2,446	2,363	2,402
7	1,321	1,385	1,344	1,338	1,343	1,320	1,308	1,328	1,282	1,275	1,324
8	0,083	0,082	0,078	0,085	0,081	0,079	0,084	0,081	0,075	0,078	0,081

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,081	0,081	0,072	0,071	0,079	0,074	0,084	0,083	0,076	0,070	0,077
1	1,295	1,299	1,257	1,344	1,317	1,367	1,399	1,335	1,298	1,251	1,316
2	2,358	2,388	2,365	2,421	2,438	2,434	2,391	2,360	2,421	2,374	2,395
3	1,379	1,294	1,348	1,365	1,382	1,344	1,305	1,279	1,264	1,327	1,329
4	0,073	0,085	0,073	0,084	0,080	0,082	0,080	0,085	0,083	0,083	0,081
5	1,255	1,307	1,343	1,315	1,298	1,367	1,345	1,305	1,320	1,356	1,321
6	2,373	2,422	2,449	2,424	2,409	2,365	2,411	2,400	2,400	2,446	2,410
7	1,295	1,336	1,306	1,319	1,373	1,398	1,331	1,376	1,325	1,372	1,343
8	0,084	0,083	0,073	0,071	0,077	0,079	0,085	0,081	0,085	0,080	0,080

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,082	0,080	0,075	0,082	0,080	0,082	0,081	0,084	0,077	0,083	0,081
1	1,317	1,376	1,333	1,253	1,317	1,280	1,387	1,372	1,316	1,305	1,326
2	2,447	2,400	2,419	2,392	2,423	2,425	2,360	2,369	2,444	2,442	2,412
3	1,374	1,274	1,326	1,268	1,297	1,361	1,366	1,303	1,275	1,250	1,309
4	0,082	0,078	0,071	0,085	0,080	0,073	0,077	0,074	0,079	0,079	0,078
5	1,399	1,366	1,337	1,326	1,344	1,359	1,393	1,311	1,287	1,365	1,349
6	2,435	2,435	2,394	2,431	2,379	2,405	2,433	2,412	2,421	2,405	2,415
7	1,271	1,356	1,373	1,376	1,293	1,293	1,281	1,282	1,332	1,320	1,318
8	0,076	0,080	0,078	0,077	0,083	0,085	0,080	0,080	0,076	0,074	0,079

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				5			
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	06/02/2018	HORA DO TESTE:	08:30 às 11:30		

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,068	0,079	0,073	0,067	0,068	0,079	0,078	0,070	0,076	0,068	0,073
1	1,246	1,294	1,321	1,273	1,223	1,340	1,349	1,212	1,278	1,239	1,277
2	2,389	2,358	2,381	2,311	2,315	2,396	2,330	2,351	2,317	2,348	2,350
3	1,223	1,308	1,336	1,218	1,224	1,329	1,294	1,311	1,254	1,201	1,270
4	0,079	0,072	0,068	0,069	0,069	0,068	0,072	0,065	0,076	0,068	0,071
5	1,202	1,232	1,290	1,305	1,223	1,245	1,215	1,298	1,326	1,250	1,259
6	2,317	2,361	2,342	2,344	2,304	2,391	2,389	2,301	2,335	2,332	2,342
7	1,218	1,317	1,216	1,240	1,306	1,339	1,309	1,239	1,318	1,225	1,273
8	0,076	0,074	0,067	0,079	0,068	0,076	0,077	0,071	0,074	0,073	0,074

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,067	0,066	0,072	0,067	0,066	0,070	0,077	0,074	0,072	0,078	0,071
1	1,328	1,266	1,330	1,310	1,329	1,340	1,296	1,330	1,218	1,284	1,303
2	2,400	2,336	2,357	2,382	2,344	2,339	2,334	2,370	2,354	2,372	2,359
3	1,286	1,331	1,206	1,341	1,248	1,226	1,234	1,209	1,306	1,216	1,260
4	0,078	0,075	0,076	0,079	0,078	0,079	0,067	0,076	0,075	0,066	0,075
5	1,217	1,250	1,316	1,260	1,276	1,310	1,201	1,305	1,341	1,214	1,269
6	2,347	2,382	2,309	2,400	2,348	2,392	2,390	2,333	2,378	2,348	2,363
7	1,332	1,263	1,258	1,285	1,228	1,221	1,293	1,337	1,252	1,311	1,278
8	0,066	0,069	0,071	0,068	0,068	0,069	0,077	0,069	0,080	0,073	0,071

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,066	0,068	0,073	0,066	0,079	0,072	0,066	0,071	0,073	0,078	0,071
1	1,319	1,303	1,283	1,339	1,314	1,302	1,210	1,239	1,223	1,319	1,285
2	2,328	2,365	2,323	2,380	2,332	2,379	2,350	2,374	2,302	2,301	2,343
3	1,317	1,314	1,290	1,346	1,303	1,206	1,303	1,284	1,273	1,249	1,288
4	0,065	0,076	0,074	0,076	0,069	0,066	0,067	0,078	0,079	0,078	0,073
5	1,320	1,324	1,206	1,284	1,223	1,234	1,314	1,206	1,287	1,266	1,266
6	2,346	2,357	2,386	2,399	2,316	2,385	2,372	2,392	2,308	2,305	2,357
7	1,316	1,272	1,234	1,216	1,223	1,346	1,331	1,279	1,219	1,298	1,273
8	0,072	0,069	0,068	0,073	0,065	0,076	0,066	0,080	0,069	0,073	0,071

PÊNULO DE VANTE												
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	GERAL											MÉDIA
Inicial	0,072	0,071	0,077	0,077	0,074	0,076	0,067	0,070	0,075	0,068	0,073	
1	1,306	1,245	1,312	1,275	1,325	1,213	1,224	1,292	1,295	1,302	1,279	
2	2,389	2,390	2,376	2,379	2,320	2,359	2,350	2,324	2,323	2,364	2,357	
3	1,273	1,313	1,267	1,222	1,278	1,292	1,285	1,341	1,307	1,343	1,292	
4	0,077	0,077	0,073	0,077	0,078	0,067	0,072	0,073	0,068	0,072	0,073	
5	1,297	1,246	1,216	1,242	1,261	1,232	1,239	1,263	1,320	1,289	1,261	
6	2,336	2,380	2,393	2,386	2,369	2,309	2,348	2,340	2,361	2,390	2,361	
7	1,276	1,336	1,219	1,315	1,281	1,247	1,219	1,331	1,223	1,262	1,271	
8	0,077	0,076	0,077	0,073	0,071	0,080	0,072	0,080	0,076	0,077	0,076	

TUBO "U" DE RÉ												
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	GERAL											MÉDIA
Inicial	0,066	0,074	0,078	0,068	0,076	0,070	0,067	0,071	0,075	0,078	0,072	
1	1,329	1,238	1,229	1,205	1,247	1,318	1,332	1,315	1,222	1,229	1,266	
2	2,381	2,326	2,391	2,348	2,306	2,398	2,336	2,378	2,335	2,383	2,358	
3	1,218	1,224	1,349	1,267	1,311	1,285	1,309	1,230	1,307	1,237	1,274	
4	0,072	0,067	0,065	0,076	0,072	0,073	0,068	0,077	0,073	0,074	0,072	
5	1,337	1,203	1,232	1,310	1,334	1,299	1,349	1,318	1,278	1,269	1,293	
6	2,370	2,301	2,330	2,374	2,345	2,356	2,329	2,387	2,366	2,324	2,348	
7	1,304	1,314	1,313	1,301	1,279	1,224	1,254	1,222	1,324	1,339	1,287	
8	0,079	0,078	0,073	0,079	0,065	0,078	0,070	0,075	0,067	0,069	0,073	

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,068	0,073	0,072	0,076	0,075	0,072	0,066	0,079	0,072	0,066	0,072
1	1,242	1,287	1,220	1,209	1,219	1,272	1,257	1,298	1,252	1,244	1,250
2	2,306	2,300	2,337	2,319	2,358	2,365	2,364	2,392	2,377	2,383	2,350
3	1,267	1,239	1,237	1,300	1,336	1,336	1,332	1,206	1,349	1,206	1,281
4	0,069	0,069	0,080	0,073	0,065	0,077	0,070	0,074	0,067	0,070	0,071
5	1,241	1,328	1,242	1,223	1,257	1,287	1,293	1,306	1,217	1,278	1,267
6	2,316	2,395	2,303	2,329	2,387	2,394	2,362	2,332	2,394	2,369	2,358
7	1,221	1,302	1,251	1,269	1,251	1,331	1,316	1,301	1,251	1,228	1,272
8	0,075	0,069	0,068	0,079	0,066	0,066	0,070	0,073	0,070	0,069	0,070

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			6		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	22/02/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,076	0,076	0,077	0,088	0,078	0,088	0,077	0,083	0,082	0,077	0,080
1	1,370	1,381	1,356	1,365	1,326	1,341	1,449	1,444	1,395	1,419	1,385
2	2,546	2,502	2,586	2,516	2,536	2,568	2,570	2,586	2,555	2,544	2,551
3	1,327	1,371	1,326	1,390	1,363	1,352	1,384	1,308	1,405	1,318	1,354
4	0,075	0,086	0,089	0,084	0,083	0,075	0,079	0,088	0,090	0,082	0,083
5	1,421	1,374	1,387	1,380	1,398	1,435	1,319	1,341	1,399	1,333	1,379
6	2,556	2,547	2,591	2,565	2,514	2,503	2,523	2,527	2,533	2,523	2,538
7	1,356	1,416	1,355	1,319	1,319	1,374	1,390	1,315	1,320	1,333	1,350
8	0,084	0,079	0,088	0,080	0,087	0,086	0,088	0,079	0,079	0,086	0,084

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,090	0,086	0,082	0,085	0,080	0,081	0,089	0,078	0,089	0,080	0,084
1	1,382	1,347	1,397	1,441	1,427	1,348	1,358	1,336	1,355	1,412	1,380
2	2,510	2,551	2,508	2,522	2,600	2,522	2,570	2,550	2,503	2,526	2,536
3	1,301	1,392	1,378	1,312	1,421	1,434	1,325	1,411	1,342	1,398	1,371
4	0,076	0,082	0,082	0,088	0,086	0,083	0,082	0,078	0,081	0,088	0,083
5	1,331	1,329	1,422	1,439	1,437	1,402	1,341	1,375	1,391	1,362	1,383
6	2,533	2,572	2,593	2,501	2,522	2,573	2,537	2,579	2,595	2,548	2,555
7	1,398	1,428	1,302	1,381	1,422	1,378	1,376	1,381	1,374	1,304	1,374
8	0,086	0,076	0,085	0,076	0,083	0,083	0,086	0,082	0,080	0,075	0,081

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,081	0,084	0,081	0,084	0,088	0,089	0,088	0,077	0,076	0,078	0,083
1	1,393	1,320	1,323	1,382	1,414	1,302	1,399	1,343	1,314	1,315	1,350
2	2,545	2,530	2,596	2,588	2,573	2,501	2,577	2,529	2,577	2,561	2,558
3	1,436	1,417	1,317	1,397	1,450	1,312	1,361	1,306	1,384	1,364	1,374
4	0,082	0,083	0,084	0,090	0,081	0,081	0,086	0,079	0,077	0,085	0,083
5	1,337	1,450	1,422	1,345	1,422	1,379	1,415	1,442	1,386	1,440	1,404
6	2,592	2,570	2,553	2,589	2,591	2,532	2,599	2,569	2,562	2,592	2,575
7	1,302	1,446	1,407	1,422	1,425	1,331	1,411	1,385	1,424	1,314	1,387
8	0,085	0,085	0,082	0,082	0,078	0,088	0,085	0,084	0,084	0,080	0,083

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,088	0,084	0,082	0,089	0,080	0,086	0,082	0,085	0,089	0,084	0,085
1	1,305	1,407	1,310	1,335	1,379	1,385	1,445	1,301	1,425	1,368	1,366
2	2,596	2,575	2,558	2,547	2,525	2,501	2,579	2,512	2,520	2,544	2,546
3	1,394	1,444	1,429	1,410	1,383	1,399	1,360	1,387	1,374	1,336	1,391
4	0,077	0,076	0,089	0,089	0,087	0,088	0,078	0,087	0,090	0,079	0,084
5	1,387	1,376	1,395	1,430	1,437	1,317	1,315	1,449	1,374	1,431	1,391
6	2,500	2,502	2,566	2,567	2,552	2,576	2,503	2,524	2,512	2,584	2,539
7	1,345	1,421	1,413	1,418	1,329	1,416	1,351	1,326	1,348	1,347	1,371
8	0,079	0,084	0,082	0,084	0,079	0,078	0,080	0,085	0,080	0,090	0,082

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,090	0,080	0,078	0,087	0,077	0,090	0,088	0,078	0,080	0,079	0,083
1	1,344	1,334	1,333	1,393	1,411	1,405	1,386	1,435	1,425	1,412	1,388
2	2,503	2,596	2,581	2,583	2,515	2,599	2,580	2,572	2,589	2,538	2,566
3	1,310	1,433	1,344	1,321	1,339	1,413	1,441	1,324	1,342	1,346	1,361
4	0,082	0,083	0,085	0,077	0,077	0,088	0,084	0,083	0,086	0,085	0,083
5	1,393	1,324	1,334	1,349	1,365	1,396	1,442	1,320	1,320	1,378	1,362
6	2,573	2,510	2,504	2,578	2,583	2,568	2,584	2,552	2,554	2,558	2,556
7	1,424	1,450	1,414	1,422	1,357	1,391	1,436	1,418	1,440	1,327	1,408
8	0,080	0,076	0,081	0,088	0,082	0,087	0,084	0,084	0,075	0,090	0,083

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,087	0,089	0,084	0,082	0,083	0,086	0,079	0,075	0,088	0,076	0,083
1	1,345	1,431	1,322	1,419	1,315	1,445	1,339	1,350	1,322	1,328	1,361
2	2,567	2,513	2,564	2,542	2,542	2,507	2,585	2,577	2,574	2,507	2,548
3	1,373	1,349	1,438	1,435	1,385	1,300	1,320	1,347	1,432	1,365	1,374
4	0,078	0,080	0,080	0,085	0,080	0,086	0,083	0,085	0,088	0,076	0,082
5	1,371	1,316	1,336	1,325	1,408	1,381	1,388	1,336	1,371	1,350	1,358
6	2,558	2,582	2,582	2,576	2,587	2,547	2,576	2,583	2,526	2,537	2,565
7	1,327	1,364	1,386	1,354	1,361	1,427	1,310	1,414	1,403	1,350	1,370
8	0,075	0,076	0,076	0,083	0,083	0,084	0,088	0,082	0,088	0,086	0,082

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			7		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	26/02/2018	HORA DO TESTE:	09:30 às 13:30

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,035	0,034	0,031	0,040	0,037	0,034	0,034	0,038	0,030	0,034	0,035
1	1,024	1,003	1,023	0,962	0,969	1,041	1,067	1,073	1,047	1,079	1,029
2	2,148	2,093	2,144	2,094	2,140	2,082	2,064	2,122	2,104	2,129	2,112
3	1,046	1,063	1,078	0,995	0,979	1,006	1,090	1,025	1,022	0,986	1,029
4	0,037	0,036	0,037	0,040	0,038	0,039	0,037	0,032	0,039	0,034	0,037
5	1,016	1,083	0,989	1,042	1,008	1,054	1,076	0,953	1,050	0,986	1,026
6	2,119	2,110	2,133	2,127	2,116	2,109	2,105	2,124	2,089	2,073	2,110
7	0,952	1,000	1,045	0,975	1,050	0,995	0,951	1,067	0,984	1,024	1,004
8	0,033	0,038	0,039	0,031	0,031	0,040	0,036	0,033	0,039	0,036	0,036

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,034	0,035	0,039	0,031	0,031	0,032	0,032	0,031	0,038	0,038	0,034
1	1,089	1,074	1,042	1,080	0,966	1,030	1,084	1,016	1,040	0,987	1,041
2	2,059	2,102	2,059	2,098	2,072	2,054	2,092	2,129	2,070	2,070	2,080
3	1,028	0,972	1,038	0,993	0,982	1,045	1,042	1,036	0,966	0,979	1,008
4	0,037	0,034	0,034	0,031	0,039	0,031	0,033	0,038	0,035	0,036	0,035
5	0,954	1,071	1,058	1,054	0,982	0,970	1,080	1,014	1,014	0,974	1,017
6	2,071	2,064	2,055	2,089	2,082	2,097	2,060	2,113	2,066	2,146	2,084
7	1,076	1,006	1,093	1,072	1,027	0,977	1,071	1,082	0,955	1,087	1,045
8	0,032	0,035	0,031	0,035	0,033	0,035	0,034	0,035	0,037	0,033	0,034

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,039	0,039	0,037	0,031	0,031	0,030	0,035	0,035	0,037	0,031	0,035
1	1,009	0,982	0,990	1,075	1,071	1,040	1,071	0,960	0,987	1,020	1,020
2	2,105	2,146	2,107	2,067	2,118	2,062	2,150	2,054	2,119	2,070	2,100
3	0,983	0,983	0,966	1,074	0,978	0,961	1,028	1,039	0,980	1,049	1,004
4	0,033	0,035	0,036	0,039	0,030	0,036	0,039	0,032	0,039	0,038	0,036
5	1,097	0,997	1,067	1,082	1,094	0,978	1,042	1,098	1,090	0,962	1,051
6	2,106	2,107	2,088	2,103	2,147	2,096	2,120	2,108	2,112	2,055	2,104
7	1,055	1,067	1,060	1,089	1,039	0,983	1,072	1,084	1,075	1,045	1,057
8	0,036	0,031	0,033	0,037	0,031	0,038	0,035	0,031	0,037	0,031	0,034

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,036	0,036	0,040	0,031	0,035	0,037	0,038	0,038	0,035	0,032	0,036
1	0,986	1,027	0,997	0,962	1,055	1,057	1,088	1,035	1,008	0,999	1,021
2	2,081	2,143	2,060	2,101	2,120	2,051	2,054	2,059	2,114	2,112	2,089
3	1,079	0,962	1,016	0,965	1,055	1,020	0,951	0,972	1,042	1,013	1,007
4	0,038	0,040	0,032	0,031	0,038	0,030	0,030	0,031	0,034	0,038	0,034
5	1,035	1,100	1,006	1,018	1,052	0,990	0,955	1,055	1,014	1,062	1,029
6	2,089	2,053	2,059	2,066	2,090	2,137	2,059	2,075	2,084	2,131	2,084
7	1,060	1,042	1,044	1,004	0,957	1,005	1,003	0,952	1,060	1,093	1,022
8	0,039	0,032	0,039	0,030	0,032	0,034	0,035	0,039	0,034	0,040	0,035

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,033	0,038	0,031	0,036	0,034	0,034	0,032	0,031	0,035	0,038	0,034
1	1,026	0,980	1,034	1,012	1,006	1,005	1,011	1,017	0,959	1,088	1,014
2	2,082	2,082	2,118	2,060	2,093	2,064	2,147	2,097	2,131	2,054	2,093
3	0,981	1,041	1,022	0,957	0,991	1,067	1,039	0,995	1,008	1,003	1,010
4	0,034	0,031	0,034	0,033	0,033	0,038	0,034	0,037	0,036	0,039	0,035
5	0,995	0,971	1,001	1,061	1,038	1,037	1,079	1,072	0,979	1,057	1,029
6	2,108	2,051	2,114	2,111	2,053	2,138	2,092	2,150	2,106	2,126	2,105
7	1,074	1,079	1,023	1,076	1,015	1,087	1,074	1,055	1,023	1,052	1,056
8	0,039	0,039	0,030	0,037	0,037	0,038	0,034	0,034	0,031	0,036	0,036

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,037	0,036	0,031	0,037	0,032	0,031	0,039	0,035	0,038	0,036	0,035
1	1,093	1,052	1,076	1,024	1,050	1,075	1,089	1,049	1,036	0,957	1,050
2	2,098	2,065	2,141	2,092	2,140	2,129	2,065	2,113	2,061	2,117	2,102
3	0,996	1,059	0,975	1,089	1,036	1,007	1,018	1,059	0,961	1,060	1,026
4	0,036	0,036	0,037	0,035	0,031	0,035	0,035	0,036	0,030	0,033	0,034
5	0,979	0,985	1,072	1,054	1,038	0,996	1,038	1,079	1,001	1,054	1,030
6	2,086	2,140	2,088	2,149	2,051	2,122	2,097	2,059	2,108	2,104	2,100
7	0,954	0,986	1,071	0,961	1,084	1,096	1,083	1,028	1,072	1,040	1,038
8	0,031	0,033	0,034	0,040	0,037	0,034	0,032	0,034	0,033	0,040	0,035

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			8		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	05/03/2018	HORA DO TESTE:	09:00 às 12:30

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,020	0,017	0,016	0,019	0,018	0,015	0,017	0,015	0,019	0,017	0,017
1	1,324	1,235	1,264	1,232	1,232	1,313	1,318	1,289	1,314	1,242	1,276
2	2,304	2,295	2,318	2,326	2,454	2,468	2,471	2,425	2,365	2,408	2,383
3	1,227	1,368	1,280	1,360	1,317	1,252	1,245	1,224	1,366	1,236	1,287
4	0,016	0,017	0,020	0,016	0,019	0,018	0,015	0,018	0,017	0,016	0,017
5	1,243	1,325	1,299	1,294	1,269	1,240	1,230	1,227	1,291	1,257	1,267
6	2,361	2,429	2,322	2,313	2,348	2,454	2,387	2,295	2,399	2,460	2,377
7	1,285	1,291	1,316	1,367	1,359	1,259	1,339	1,227	1,271	1,264	1,298
8	0,015	0,015	0,019	0,019	0,020	0,019	0,017	0,017	0,018	0,016	0,018

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,019	0,019	0,020	0,018	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018	0,019	0,018
1	1,348	1,329	1,362	1,341	1,273	1,350	1,250	1,353	1,242	1,331	1,318
2	2,309	2,352	2,455	2,431	2,472	2,451	2,284	2,357	2,375	2,400	2,389
3	1,348	1,333	1,248	1,305	1,304	1,335	1,244	1,262	1,345	1,262	1,299
4	0,019	0,018	0,018	0,017	0,019	0,016	0,015	0,019	0,016	0,018	0,018
5	1,223	1,236	1,296	1,321	1,287	1,364	1,265	1,311	1,304	1,342	1,295
6	2,324	2,288	2,285	2,316	2,335	2,332	2,385	2,303	2,466	2,411	2,344
7	1,264	1,362	1,274	1,349	1,343	1,257	1,225	1,272	1,275	1,322	1,294
8	0,016	0,017	0,016	0,018	0,019	0,015	0,019	0,017	0,015	0,018	0,017

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,015	0,018	0,019	0,019	0,015	0,018	0,018	0,019	0,018	0,016	0,018
1	1,278	1,311	1,307	1,316	1,339	1,262	1,300	1,291	1,229	1,305	1,294
2	2,441	2,312	2,281	2,422	2,375	2,460	2,444	2,405	2,326	2,395	2,386
3	1,278	1,337	1,358	1,356	1,245	1,226	1,354	1,288	1,333	1,243	1,302
4	0,017	0,017	0,019	0,018	0,016	0,018	0,019	0,020	0,015	0,017	0,018
5	1,221	1,340	1,311	1,235	1,340	1,265	1,318	1,301	1,361	1,245	1,294
6	2,352	2,416	2,445	2,450	2,471	2,332	2,301	2,297	2,431	2,478	2,397
7	1,370	1,319	1,289	1,346	1,272	1,332	1,344	1,242	1,328	1,232	1,307
8	0,016	0,016	0,018	0,018	0,015	0,019	0,019	0,016	0,017	0,019	0,017

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,016	0,019	0,017	0,019	0,018	0,020	0,017	0,018	0,019	0,016	0,018
1	1,335	1,335	1,288	1,354	1,326	1,347	1,308	1,268	1,242	1,337	1,314
2	2,476	2,463	2,395	2,362	2,282	2,440	2,472	2,434	2,394	2,308	2,403
3	1,236	1,262	1,311	1,321	1,236	1,343	1,253	1,226	1,227	1,279	1,269
4	0,016	0,017	0,018	0,016	0,019	0,017	0,015	0,016	0,019	0,018	0,017
5	1,251	1,331	1,274	1,289	1,249	1,230	1,323	1,327	1,356	1,340	1,297
6	2,291	2,450	2,452	2,296	2,287	2,334	2,403	2,434	2,283	2,282	2,351
7	1,251	1,358	1,349	1,360	1,229	1,345	1,324	1,284	1,331	1,247	1,308
8	0,016	0,016	0,016	0,019	0,016	0,017	0,019	0,019	0,020	0,017	0,017

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,017	0,017	0,016	0,017	0,016	0,017	0,017	0,016	0,019	0,018	0,017
1	1,358	1,221	1,282	1,325	1,270	1,308	1,274	1,252	1,301	1,317	1,291
2	2,424	2,477	2,333	2,364	2,374	2,289	2,387	2,417	2,426	2,305	2,380
3	1,281	1,222	1,310	1,221	1,296	1,288	1,351	1,293	1,269	1,248	1,278
4	0,019	0,019	0,019	0,019	0,016	0,018	0,019	0,016	0,018	0,018	0,018
5	1,261	1,344	1,302	1,263	1,346	1,241	1,268	1,256	1,297	1,301	1,288
6	2,306	2,460	2,456	2,284	2,393	2,428	2,360	2,371	2,451	2,316	2,383
7	1,307	1,241	1,322	1,298	1,297	1,333	1,347	1,352	1,305	1,261	1,306
8	0,017	0,016	0,017	0,017	0,017	0,020	0,017	0,016	0,020	0,018	0,017

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,019	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,016	0,019	0,019	0,016	0,018
1	1,240	1,342	1,267	1,275	1,275	1,234	1,293	1,333	1,259	1,281	1,280
2	2,330	2,285	2,311	2,427	2,284	2,375	2,353	2,458	2,415	2,295	2,353
3	1,229	1,354	1,360	1,339	1,281	1,248	1,221	1,294	1,280	1,260	1,287
4	0,019	0,019	0,016	0,016	0,017	0,017	0,017	0,015	0,018	0,015	0,017
5	1,250	1,235	1,294	1,279	1,260	1,313	1,264	1,331	1,353	1,262	1,284
6	2,336	2,446	2,335	2,433	2,349	2,288	2,397	2,373	2,437	2,324	2,372
7	1,225	1,296	1,322	1,350	1,338	1,270	1,332	1,366	1,324	1,258	1,308
8	0,017	0,018	0,015	0,018	0,020	0,015	0,016	0,016	0,019	0,015	0,017

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			9		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	13/03/2018	HORA DO TESTE:	09:00 às 13:30

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,021	0,024	0,025	0,020	0,024	0,019	0,023	0,021	0,019	0,019	0,021
1	1,233	1,141	1,263	1,201	1,256	1,191	1,179	1,193	1,184	1,249	1,209
2	2,220	2,304	2,270	2,235	2,369	2,240	2,240	2,216	2,189	2,316	2,260
3	1,168	1,171	1,181	1,269	1,170	1,263	1,143	1,188	1,141	1,166	1,186
4	0,024	0,025	0,022	0,021	0,022	0,021	0,020	0,024	0,025	0,024	0,023
5	1,224	1,243	1,185	1,189	1,163	1,215	1,185	1,163	1,266	1,203	1,204
6	2,357	2,244	2,359	2,317	2,314	2,303	2,210	2,226	2,313	2,315	2,296
7	1,237	1,177	1,158	1,197	1,177	1,248	1,178	1,258	1,201	1,173	1,200
8	0,018	0,024	0,024	0,019	0,024	0,018	0,022	0,021	0,022	0,024	0,022

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,025	0,024	0,023	0,022	0,022	0,021	0,023	0,024	0,019	0,019	0,022
1	1,203	1,214	1,225	1,257	1,152	1,153	1,229	1,194	1,157	1,160	1,195
2	2,226	2,339	2,235	2,292	2,280	2,293	2,259	2,188	2,338	2,323	2,277
3	1,260	1,176	1,191	1,266	1,196	1,245	1,248	1,170	1,248	1,155	1,216
4	0,024	0,023	0,022	0,019	0,020	0,023	0,024	0,023	0,024	0,021	0,022
5	1,235	1,151	1,245	1,143	1,166	1,222	1,204	1,259	1,244	1,179	1,205
6	2,205	2,210	2,373	2,355	2,256	2,187	2,183	2,369	2,272	2,371	2,278
7	1,144	1,241	1,183	1,195	1,238	1,240	1,194	1,170	1,210	1,177	1,199
8	0,021	0,023	0,021	0,022	0,020	0,024	0,023	0,019	0,022	0,025	0,022

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,020	0,020	0,024	0,022	0,019	0,022	0,018	0,023	0,020	0,024	0,021
1	1,193	1,268	1,187	1,211	1,243	1,209	1,236	1,155	1,235	1,192	1,213
2	2,290	2,378	2,200	2,226	2,224	2,355	2,206	2,264	2,263	2,291	2,270
3	1,223	1,170	1,234	1,222	1,201	1,214	1,177	1,169	1,234	1,198	1,204
4	0,023	0,024	0,020	0,021	0,023	0,024	0,023	0,022	0,019	0,019	0,022
5	1,232	1,208	1,153	1,158	1,224	1,248	1,163	1,186	1,237	1,192	1,200
6	2,322	2,260	2,245	2,334	2,317	2,296	2,275	2,292	2,357	2,190	2,289
7	1,270	1,158	1,202	1,259	1,203	1,265	1,178	1,252	1,203	1,142	1,213
8	0,024	0,020	0,020	0,025	0,022	0,018	0,021	0,023	0,021	0,022	0,021

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,021	0,024	0,022	0,024	0,025	0,025	0,023	0,020	0,019	0,023	0,022
1	1,218	1,188	1,237	1,242	1,166	1,206	1,256	1,142	1,157	1,221	1,203
2	2,261	2,303	2,273	2,189	2,278	2,233	2,226	2,210	2,206	2,225	2,240
3	1,199	1,229	1,175	1,235	1,241	1,234	1,235	1,160	1,165	1,219	1,209
4	0,025	0,025	0,021	0,019	0,020	0,020	0,021	0,022	0,018	0,022	0,021
5	1,223	1,143	1,242	1,242	1,215	1,191	1,235	1,196	1,268	1,194	1,215
6	2,260	2,337	2,325	2,332	2,233	2,325	2,222	2,279	2,363	2,182	2,286
7	1,232	1,265	1,144	1,202	1,214	1,149	1,231	1,197	1,210	1,158	1,200
8	0,022	0,022	0,019	0,022	0,021	0,022	0,023	0,024	0,023	0,018	0,022

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,019	0,023	0,019	0,024	0,022	0,018	0,019	0,019	0,023	0,020	0,021
1	1,197	1,218	1,253	1,144	1,221	1,241	1,234	1,203	1,141	1,165	1,202
2	2,233	2,334	2,291	2,292	2,192	2,279	2,318	2,207	2,352	2,251	2,275
3	1,212	1,178	1,268	1,154	1,238	1,173	1,245	1,204	1,261	1,198	1,213
4	0,019	0,025	0,021	0,022	0,025	0,023	0,018	0,024	0,025	0,019	0,022
5	1,175	1,177	1,249	1,169	1,178	1,155	1,257	1,236	1,210	1,172	1,198
6	2,341	2,247	2,365	2,195	2,249	2,310	2,259	2,263	2,311	2,325	2,287
7	1,212	1,171	1,207	1,250	1,265	1,205	1,177	1,269	1,228	1,148	1,213
8	0,023	0,022	0,019	0,018	0,018	0,022	0,020	0,019	0,022	0,024	0,021

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,024	0,020	0,023	0,020	0,020	0,022	0,022	0,021	0,020	0,019	0,021
1	1,216	1,213	1,241	1,196	1,166	1,212	1,212	1,168	1,173	1,191	1,199
2	2,219	2,322	2,211	2,300	2,219	2,340	2,225	2,234	2,232	2,283	2,258
3	1,223	1,261	1,174	1,173	1,172	1,190	1,193	1,171	1,181	1,190	1,193
4	0,023	0,020	0,025	0,024	0,023	0,021	0,023	0,020	0,020	0,023	0,022
5	1,239	1,167	1,193	1,229	1,252	1,161	1,200	1,176	1,262	1,237	1,212
6	2,377	2,374	2,343	2,219	2,324	2,273	2,347	2,305	2,364	2,209	2,313
7	1,142	1,251	1,170	1,268	1,218	1,224	1,256	1,213	1,186	1,225	1,215
8	0,022	0,023	0,024	0,018	0,019	0,020	0,023	0,021	0,018	0,019	0,021

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			10		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	20/03/2018	HORA DO TESTE:	09:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,027	0,027	0,029	0,024	0,026	0,025	0,024	0,028	0,023	0,027	0,026
1	1,268	1,206	1,209	1,293	1,295	1,185	1,305	1,314	1,290	1,259	1,262
2	2,339	2,274	2,264	2,362	2,297	2,266	2,412	2,374	2,267	2,319	2,317
3	1,286	1,312	1,219	1,285	1,298	1,213	1,297	1,279	1,260	1,286	1,274
4	0,025	0,028	0,026	0,027	0,025	0,024	0,029	0,026	0,027	0,030	0,027
5	1,307	1,291	1,278	1,258	1,204	1,239	1,271	1,252	1,264	1,265	1,263
6	2,313	2,249	2,308	2,372	2,330	2,276	2,349	2,394	2,344	2,302	2,324
7	1,237	1,237	1,315	1,208	1,232	1,235	1,239	1,319	1,217	1,263	1,250
8	0,028	0,029	0,024	0,025	0,028	0,027	0,025	0,027	0,029	0,023	0,026

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,026	0,027	0,025	0,024	0,025	0,029	0,030	0,029	0,028	0,028	0,027
1	1,285	1,305	1,233	1,204	1,216	1,249	1,301	1,232	1,213	1,310	1,255
2	2,320	2,316	2,292	2,331	2,393	2,282	2,339	2,302	2,398	2,316	2,329
3	1,183	1,221	1,253	1,185	1,231	1,216	1,303	1,220	1,256	1,211	1,228
4	0,026	0,029	0,029	0,026	0,023	0,028	0,029	0,025	0,025	0,026	0,027
5	1,211	1,280	1,310	1,303	1,187	1,317	1,182	1,197	1,229	1,237	1,245
6	2,426	2,366	2,379	2,293	2,426	2,392	2,314	2,307	2,404	2,294	2,360
7	1,248	1,223	1,296	1,258	1,231	1,281	1,280	1,276	1,297	1,206	1,260
8	0,028	0,025	0,023	0,026	0,024	0,027	0,028	0,028	0,023	0,026	0,026

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,027	0,026	0,026	0,024	0,026	0,024	0,024	0,028	0,029	0,024	0,026
1	1,200	1,180	1,279	1,219	1,247	1,223	1,235	1,194	1,269	1,235	1,228
2	2,262	2,377	2,416	2,253	2,429	2,423	2,291	2,255	2,400	2,273	2,338
3	1,201	1,212	1,292	1,191	1,275	1,310	1,197	1,243	1,261	1,230	1,241
4	0,027	0,024	0,028	0,029	0,030	0,029	0,029	0,025	0,030	0,027	0,028
5	1,302	1,194	1,186	1,211	1,203	1,185	1,236	1,256	1,209	1,195	1,218
6	2,420	2,417	2,305	2,426	2,270	2,381	2,332	2,249	2,382	2,379	2,356
7	1,259	1,289	1,317	1,208	1,302	1,257	1,302	1,318	1,199	1,207	1,266
8	0,027	0,025	0,026	0,023	0,027	0,027	0,024	0,024	0,027	0,024	0,026

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,024	0,026	0,029	0,025	0,025	0,028	0,026	0,029	0,023	0,029	0,026
1	1,196	1,222	1,315	1,267	1,223	1,296	1,236	1,285	1,233	1,209	1,248
2	2,322	2,295	2,301	2,277	2,279	2,297	2,240	2,277	2,252	2,333	2,287
3	1,294	1,284	1,230	1,259	1,296	1,198	1,297	1,197	1,294	1,236	1,258
4	0,024	0,023	0,024	0,023	0,027	0,024	0,027	0,025	0,029	0,025	0,025
5	1,298	1,243	1,266	1,241	1,284	1,185	1,208	1,255	1,218	1,245	1,244
6	2,247	2,354	2,427	2,335	2,282	2,320	2,360	2,257	2,285	2,264	2,313
7	1,236	1,230	1,281	1,251	1,316	1,318	1,266	1,217	1,194	1,305	1,261
8	0,027	0,028	0,030	0,026	0,026	0,025	0,027	0,023	0,026	0,029	0,027

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,029	0,025	0,029	0,029	0,024	0,025	0,027	0,028	0,027	0,026	0,027
1	1,232	1,199	1,187	1,300	1,299	1,197	1,186	1,307	1,191	1,305	1,240
2	2,366	2,279	2,347	2,303	2,399	2,279	2,415	2,319	2,329	2,417	2,345
3	1,313	1,195	1,199	1,312	1,300	1,313	1,265	1,231	1,217	1,293	1,264
4	0,027	0,030	0,026	0,026	0,028	0,024	0,028	0,028	0,028	0,026	0,027
5	1,275	1,206	1,301	1,287	1,184	1,225	1,251	1,205	1,267	1,196	1,240
6	2,253	2,267	2,349	2,358	2,293	2,302	2,376	2,288	2,426	2,356	2,327
7	1,270	1,183	1,292	1,319	1,238	1,317	1,262	1,301	1,283	1,298	1,276
8	0,027	0,025	0,023	0,028	0,025	0,027	0,027	0,026	0,029	0,023	0,026

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,023	0,024	0,024	0,025	0,027	0,027	0,027	0,025	0,028	0,027	0,026
1	1,284	1,240	1,304	1,279	1,253	1,304	1,257	1,214	1,207	1,282	1,262
2	2,399	2,368	2,277	2,310	2,397	2,265	2,302	2,273	2,356	2,422	2,337
3	1,195	1,192	1,250	1,239	1,319	1,243	1,313	1,197	1,244	1,228	1,242
4	0,029	0,027	0,028	0,025	0,023	0,024	0,028	0,027	0,028	0,026	0,027
5	1,197	1,302	1,312	1,190	1,233	1,294	1,260	1,192	1,249	1,251	1,248
6	2,341	2,277	2,325	2,409	2,278	2,411	2,315	2,275	2,315	2,325	2,327
7	1,224	1,269	1,181	1,294	1,202	1,298	1,213	1,300	1,319	1,277	1,258
8	0,028	0,025	0,024	0,025	0,026	0,028	0,027	0,029	0,025	0,026	0,026

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				11		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	27/03/2018	HORA DO TESTE:	10:00 às 13:00	

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,030	0,027	0,028	0,025	0,030	0,026	0,029	0,030	0,031	0,027	0,028
1	1,216	1,187	1,104	1,203	1,111	1,181	1,150	1,194	1,117	1,091	1,155
2	2,194	2,043	2,077	2,049	2,045	2,213	2,060	2,193	2,159	2,203	2,124
3	1,086	1,184	1,144	1,128	1,153	1,144	1,133	1,211	1,134	1,150	1,147
4	0,029	0,029	0,026	0,030	0,029	0,026	0,028	0,025	0,027	0,029	0,028
5	1,126	1,087	1,211	1,144	1,086	1,160	1,087	1,127	1,183	1,199	1,141
6	2,159	2,131	2,052	2,205	2,065	2,052	2,202	2,057	2,059	2,178	2,116
7	1,202	1,123	1,097	1,159	1,117	1,120	1,152	1,177	1,187	1,084	1,142
8	0,026	0,031	0,028	0,029	0,026	0,030	0,028	0,027	0,029	0,024	0,028

INCLINÔMETRO DE VANTE												
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	GERAL											MÉDIA
Inicial	0,030	0,026	0,026	0,025	0,027	0,027	0,030	0,027	0,026	0,026	0,027	0,027
1	1,123	1,178	1,185	1,127	1,148	1,188	1,177	1,182	1,098	1,127	1,153	1,153
2	2,047	2,229	2,176	2,079	2,182	2,178	2,186	2,076	2,115	2,060	2,133	2,133
3	1,129	1,208	1,119	1,089	1,108	1,218	1,082	1,154	1,103	1,117	1,133	1,133
4	0,026	0,028	0,024	0,027	0,026	0,026	0,029	0,026	0,028	0,031	0,027	0,027
5	1,102	1,121	1,174	1,212	1,207	1,214	1,087	1,205	1,101	1,138	1,156	1,156
6	2,138	2,222	2,118	2,200	2,098	2,149	2,161	2,193	2,196	2,045	2,152	2,152
7	1,215	1,125	1,093	1,179	1,213	1,220	1,196	1,187	1,139	1,189	1,176	1,176
8	0,025	0,030	0,025	0,026	0,027	0,027	0,030	0,026	0,030	0,030	0,028	0,028

PÊNULO DE RÉ												
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	GERAL											MÉDIA
Inicial	0,028	0,031	0,025	0,030	0,027	0,025	0,027	0,030	0,028	0,028	0,028	0,028
1	1,148	1,082	1,105	1,154	1,192	1,193	1,138	1,195	1,195	1,137	1,154	1,154
2	2,052	2,078	2,062	2,050	2,051	2,102	2,147	2,056	2,112	2,049	2,076	2,076
3	1,174	1,175	1,156	1,081	1,209	1,121	1,203	1,201	1,216	1,151	1,169	1,169
4	0,028	0,029	0,025	0,031	0,026	0,028	0,031	0,027	0,028	0,027	0,028	0,028
5	1,119	1,193	1,134	1,216	1,127	1,122	1,100	1,116	1,151	1,085	1,137	1,137
6	2,150	2,148	2,059	2,187	2,109	2,117	2,053	2,080	2,088	2,220	2,121	2,121
7	1,186	1,116	1,166	1,202	1,162	1,192	1,168	1,116	1,092	1,187	1,159	1,159
8	0,024	0,024	0,026	0,030	0,027	0,030	0,027	0,028	0,026	0,028	0,027	0,027

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,026	0,030	0,026	0,025	0,025	0,029	0,026	0,027	0,029	0,028	0,027
1	1,100	1,101	1,111	1,195	1,089	1,166	1,080	1,111	1,084	1,084	1,112
2	2,142	2,128	2,075	2,133	2,048	2,089	2,161	2,078	2,050	2,186	2,109
3	1,138	1,150	1,109	1,130	1,106	1,165	1,167	1,190	1,095	1,089	1,134
4	0,026	0,031	0,029	0,026	0,028	0,028	0,026	0,031	0,027	0,031	0,028
5	1,087	1,102	1,114	1,157	1,103	1,210	1,132	1,189	1,119	1,124	1,134
6	2,223	2,057	2,118	2,169	2,110	2,166	2,041	2,100	2,054	2,202	2,124
7	1,101	1,100	1,178	1,183	1,209	1,109	1,155	1,216	1,209	1,106	1,156
8	0,026	0,030	0,030	0,027	0,031	0,025	0,027	0,025	0,026	0,026	0,027

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,027	0,030	0,025	0,030	0,031	0,031	0,030	0,031	0,031	0,029	0,029
1	1,140	1,164	1,138	1,114	1,207	1,176	1,146	1,157	1,139	1,202	1,158
2	2,218	2,124	2,142	2,184	2,214	2,111	2,097	2,200	2,115	2,063	2,147
3	1,170	1,143	1,186	1,178	1,125	1,170	1,173	1,107	1,213	1,172	1,164
4	0,025	0,030	0,029	0,027	0,030	0,025	0,030	0,027	0,030	0,029	0,028
5	1,108	1,205	1,204	1,107	1,176	1,107	1,140	1,204	1,189	1,203	1,164
6	2,205	2,085	2,188	2,156	2,067	2,173	2,166	2,161	2,180	2,095	2,148
7	1,126	1,100	1,133	1,150	1,151	1,084	1,139	1,155	1,094	1,144	1,128
8	0,029	0,027	0,028	0,030	0,024	0,028	0,029	0,025	0,028	0,028	0,027

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,024	0,028	0,027	0,026	0,031	0,027	0,029	0,028	0,025	0,027	0,027
1	1,086	1,139	1,094	1,219	1,143	1,184	1,101	1,150	1,118	1,106	1,134
2	2,186	2,058	2,144	2,047	2,083	2,095	2,086	2,188	2,100	2,063	2,105
3	1,095	1,218	1,192	1,103	1,140	1,124	1,141	1,183	1,124	1,129	1,145
4	0,029	0,027	0,025	0,030	0,030	0,026	0,025	0,029	0,030	0,027	0,028
5	1,132	1,115	1,138	1,132	1,149	1,157	1,203	1,216	1,128	1,173	1,154
6	2,228	2,143	2,224	2,218	2,224	2,168	2,085	2,135	2,228	2,192	2,184
7	1,118	1,142	1,115	1,112	1,143	1,214	1,092	1,131	1,139	1,121	1,133
8	0,028	0,030	0,028	0,028	0,029	0,024	0,028	0,027	0,027	0,030	0,028

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			12		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	30/03/2018	HORA DO TESTE:	10:00 às 13:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,079	0,087	0,082	0,085	0,082	0,084	0,087	0,078	0,079	0,081	0,083
1	1,300	1,323	1,368	1,381	1,343	1,410	1,408	1,320	1,287	1,314	1,345
2	2,559	2,620	2,588	2,575	2,688	2,586	2,555	2,717	2,670	2,625	2,618
3	1,396	1,394	1,389	1,294	1,308	1,364	1,409	1,328	1,286	1,354	1,352
4	0,082	0,086	0,087	0,087	0,087	0,087	0,079	0,078	0,083	0,087	0,084
5	1,298	1,317	1,285	1,359	1,410	1,325	1,397	1,344	1,290	1,310	1,334
6	2,685	2,635	2,582	2,666	2,609	2,675	2,626	2,675	2,718	2,572	2,644
7	1,368	1,418	1,349	1,378	1,371	1,362	1,305	1,416	1,411	1,394	1,377
8	0,082	0,079	0,078	0,083	0,083	0,080	0,081	0,077	0,078	0,080	0,080

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,080	0,078	0,081	0,080	0,085	0,079	0,077	0,079	0,083	0,080	0,080
1	1,305	1,372	1,323	1,417	1,376	1,328	1,296	1,314	1,354	1,376	1,346
2	2,599	2,659	2,672	2,639	2,666	2,565	2,658	2,589	2,630	2,624	2,630
3	1,409	1,356	1,382	1,375	1,388	1,336	1,333	1,330	1,287	1,325	1,352
4	0,082	0,085	0,078	0,080	0,081	0,082	0,081	0,084	0,087	0,085	0,082
5	1,282	1,383	1,328	1,325	1,367	1,340	1,402	1,329	1,341	1,390	1,349
6	2,660	2,720	2,689	2,651	2,692	2,600	2,547	2,727	2,559	2,673	2,652
7	1,409	1,310	1,344	1,352	1,367	1,404	1,352	1,383	1,283	1,406	1,361
8	0,078	0,083	0,084	0,083	0,084	0,083	0,082	0,082	0,085	0,079	0,082

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,078	0,078	0,081	0,081	0,085	0,083	0,083	0,081	0,082	0,079	0,081
1	1,394	1,326	1,318	1,363	1,367	1,321	1,381	1,314	1,312	1,298	1,339
2	2,555	2,628	2,554	2,658	2,638	2,690	2,552	2,574	2,604	2,693	2,614
3	1,373	1,384	1,330	1,407	1,345	1,400	1,315	1,348	1,333	1,387	1,362
4	0,085	0,084	0,082	0,078	0,079	0,085	0,083	0,078	0,082	0,082	0,082
5	1,411	1,329	1,285	1,382	1,358	1,368	1,394	1,303	1,354	1,300	1,348
6	2,586	2,720	2,667	2,607	2,595	2,564	2,559	2,721	2,627	2,637	2,628
7	1,348	1,321	1,325	1,376	1,331	1,330	1,394	1,303	1,381	1,310	1,342
8	0,082	0,084	0,084	0,079	0,077	0,086	0,085	0,079	0,087	0,084	0,083

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,084	0,079	0,079	0,083	0,085	0,088	0,084	0,085	0,087	0,085	0,084
1	1,380	1,282	1,386	1,349	1,348	1,393	1,319	1,408	1,328	1,355	1,355
2	2,604	2,548	2,697	2,638	2,615	2,617	2,557	2,657	2,574	2,727	2,624
3	1,342	1,417	1,331	1,319	1,300	1,365	1,335	1,411	1,354	1,295	1,347
4	0,078	0,086	0,082	0,087	0,080	0,079	0,088	0,086	0,084	0,082	0,083
5	1,329	1,346	1,409	1,346	1,299	1,325	1,407	1,360	1,338	1,355	1,351
6	2,619	2,676	2,723	2,638	2,696	2,542	2,550	2,635	2,611	2,610	2,630
7	1,385	1,406	1,365	1,335	1,359	1,405	1,321	1,407	1,308	1,316	1,360
8	0,085	0,077	0,086	0,081	0,085	0,079	0,085	0,085	0,082	0,078	0,082

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,085	0,082	0,084	0,077	0,081	0,088	0,084	0,087	0,079	0,083	0,083
1	1,388	1,372	1,348	1,354	1,286	1,320	1,419	1,296	1,335	1,293	1,341
2	2,608	2,583	2,627	2,605	2,622	2,653	2,591	2,676	2,581	2,634	2,618
3	1,365	1,336	1,284	1,313	1,311	1,317	1,393	1,296	1,336	1,392	1,334
4	0,088	0,081	0,083	0,085	0,087	0,078	0,082	0,083	0,081	0,086	0,083
5	1,356	1,398	1,415	1,407	1,284	1,392	1,319	1,312	1,335	1,417	1,364
6	2,590	2,560	2,550	2,719	2,586	2,654	2,546	2,612	2,668	2,647	2,613
7	1,405	1,327	1,374	1,290	1,296	1,417	1,366	1,318	1,311	1,289	1,339
8	0,081	0,077	0,085	0,079	0,081	0,080	0,084	0,080	0,086	0,081	0,081

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,083	0,081	0,079	0,087	0,085	0,082	0,078	0,085	0,080	0,086	0,083
1	1,400	1,400	1,283	1,304	1,350	1,355	1,358	1,348	1,357	1,382	1,354
2	2,710	2,669	2,625	2,707	2,728	2,596	2,662	2,656	2,585	2,718	2,666
3	1,311	1,284	1,290	1,399	1,394	1,406	1,324	1,387	1,373	1,415	1,358
4	0,079	0,078	0,088	0,087	0,079	0,082	0,080	0,085	0,078	0,085	0,082
5	1,362	1,405	1,283	1,289	1,345	1,353	1,398	1,318	1,296	1,389	1,344
6	2,629	2,684	2,557	2,617	2,727	2,639	2,568	2,645	2,673	2,635	2,637
7	1,316	1,361	1,407	1,361	1,407	1,375	1,307	1,292	1,346	1,322	1,350
8	0,084	0,078	0,082	0,083	0,082	0,086	0,086	0,084	0,079	0,082	0,082

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			13		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	05/04/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 11:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,096	0,089	0,089	0,093	0,094	0,098	0,094	0,096	0,098	0,094	0,094
1	1,498	1,399	1,515	1,385	1,386	1,498	1,400	1,396	1,453	1,395	1,432
2	2,721	2,673	2,697	2,829	2,725	2,786	2,743	2,673	2,792	2,685	2,732
3	1,437	1,395	1,419	1,442	1,416	1,494	1,515	1,381	1,469	1,491	1,446
4	0,088	0,093	0,087	0,087	0,090	0,093	0,093	0,090	0,096	0,090	0,091
5	1,461	1,431	1,445	1,408	1,514	1,444	1,514	1,470	1,475	1,403	1,456
6	2,710	2,704	2,817	2,771	2,741	2,779	2,709	2,763	2,756	2,669	2,742
7	1,433	1,413	1,400	1,429	1,431	1,428	1,506	1,430	1,477	1,419	1,437
8	0,095	0,093	0,097	0,092	0,097	0,098	0,096	0,094	0,097	0,090	0,095

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,092	0,087	0,089	0,088	0,089	0,097	0,094	0,095	0,089	0,092	0,091
1	1,459	1,469	1,399	1,495	1,392	1,461	1,517	1,470	1,501	1,471	1,463
2	2,740	2,650	2,830	2,658	2,708	2,732	2,752	2,790	2,818	2,781	2,746
3	1,441	1,474	1,427	1,506	1,451	1,487	1,510	1,493	1,493	1,424	1,470
4	0,089	0,094	0,094	0,095	0,093	0,093	0,096	0,089	0,095	0,096	0,093
5	1,480	1,500	1,399	1,481	1,520	1,457	1,462	1,494	1,419	1,470	1,468
6	2,649	2,748	2,730	2,669	2,680	2,666	2,691	2,761	2,694	2,795	2,708
7	1,506	1,409	1,451	1,492	1,398	1,503	1,447	1,468	1,518	1,386	1,458
8	0,095	0,088	0,098	0,093	0,095	0,088	0,093	0,088	0,095	0,095	0,093

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,090	0,089	0,090	0,096	0,097	0,090	0,098	0,087	0,095	0,093
1	1,415	1,486	1,462	1,490	1,499	1,465	1,490	1,409	1,492	1,507	1,472
2	2,644	2,738	2,809	2,816	2,811	2,649	2,705	2,796	2,697	2,704	2,737
3	1,466	1,420	1,400	1,426	1,431	1,410	1,430	1,496	1,495	1,493	1,447
4	0,097	0,096	0,097	0,097	0,096	0,093	0,092	0,091	0,095	0,094	0,095
5	1,398	1,500	1,496	1,419	1,455	1,460	1,448	1,435	1,449	1,509	1,457
6	2,730	2,797	2,791	2,773	2,721	2,809	2,687	2,644	2,804	2,699	2,746
7	1,471	1,461	1,394	1,467	1,460	1,471	1,481	1,384	1,474	1,485	1,455
8	0,091	0,094	0,091	0,089	0,091	0,090	0,087	0,095	0,090	0,090	0,091

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,095	0,090	0,091	0,098	0,098	0,089	0,098	0,090	0,092	0,094
1	1,425	1,478	1,480	1,403	1,503	1,392	1,442	1,515	1,419	1,424	1,448
2	2,644	2,736	2,799	2,666	2,796	2,713	2,655	2,702	2,658	2,825	2,719
3	1,405	1,437	1,417	1,468	1,501	1,514	1,474	1,414	1,390	1,501	1,452
4	0,090	0,087	0,094	0,098	0,092	0,093	0,092	0,088	0,092	0,089	0,091
5	1,463	1,384	1,462	1,389	1,483	1,457	1,463	1,389	1,421	1,408	1,432
6	2,745	2,789	2,667	2,724	2,774	2,772	2,758	2,784	2,675	2,749	2,744
7	1,511	1,475	1,462	1,425	1,415	1,477	1,397	1,440	1,447	1,466	1,452
8	0,094	0,095	0,096	0,095	0,095	0,089	0,088	0,090	0,094	0,097	0,093

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,096	0,087	0,097	0,091	0,092	0,092	0,091	0,091	0,095	0,092	0,093
1	1,499	1,467	1,423	1,513	1,447	1,425	1,493	1,467	1,390	1,428	1,455
2	2,814	2,778	2,750	2,705	2,808	2,651	2,822	2,811	2,712	2,807	2,766
3	1,417	1,412	1,431	1,508	1,437	1,440	1,484	1,502	1,462	1,510	1,460
4	0,090	0,088	0,092	0,087	0,094	0,098	0,095	0,088	0,093	0,097	0,092
5	1,519	1,437	1,390	1,498	1,518	1,468	1,481	1,443	1,489	1,417	1,466
6	2,652	2,777	2,690	2,727	2,687	2,782	2,806	2,808	2,662	2,713	2,730
7	1,477	1,519	1,398	1,466	1,425	1,478	1,468	1,479	1,484	1,427	1,462
8	0,092	0,092	0,095	0,093	0,098	0,096	0,092	0,095	0,094	0,093	0,094

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,091	0,088	0,097	0,088	0,092	0,093	0,094	0,090	0,091	0,094	0,092
1	1,383	1,491	1,513	1,402	1,454	1,487	1,457	1,430	1,512	1,381	1,451
2	2,690	2,695	2,712	2,698	2,709	2,718	2,801	2,796	2,816	2,800	2,743
3	1,499	1,446	1,390	1,501	1,497	1,455	1,391	1,397	1,435	1,506	1,452
4	0,091	0,097	0,087	0,090	0,095	0,091	0,097	0,093	0,091	0,094	0,092
5	1,422	1,514	1,471	1,421	1,423	1,404	1,504	1,414	1,494	1,497	1,456
6	2,688	2,695	2,698	2,763	2,691	2,667	2,644	2,681	2,778	2,645	2,695
7	1,400	1,418	1,450	1,459	1,459	1,515	1,482	1,517	1,470	1,485	1,465
8	0,087	0,095	0,091	0,093	0,092	0,088	0,091	0,093	0,090	0,091	0,091

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			14		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	11/04/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,093	0,078	0,088	0,086	0,081	0,081	0,077	0,084	0,084	0,086	0,084
1	1,450	1,513	1,486	1,421	1,421	1,471	1,516	1,437	1,514	1,415	1,464
2	2,854	2,919	2,797	2,913	2,764	2,773	2,742	2,895	2,902	2,835	2,840
3	1,498	1,432	1,418	1,538	1,507	1,477	1,463	1,447	1,423	1,431	1,463
4	0,089	0,082	0,088	0,078	0,082	0,080	0,078	0,082	0,083	0,085	0,083
5	1,411	1,473	1,515	1,419	1,478	1,478	1,513	1,418	1,495	1,470	1,467
6	2,826	2,894	2,900	2,902	2,779	2,827	2,879	2,909	2,751	2,822	2,849
7	1,457	1,466	1,440	1,450	1,453	1,422	1,479	1,542	1,448	1,548	1,471
8	0,091	0,078	0,080	0,086	0,082	0,088	0,080	0,087	0,079	0,078	0,083

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,095	0,083	0,080	0,078	0,083	0,085	0,086	0,081	0,084	0,086	0,084
1	1,501	1,487	1,509	1,540	1,467	1,460	1,547	1,488	1,544	1,455	1,500
2	2,816	2,837	2,772	2,840	2,924	2,911	2,823	2,850	2,928	2,863	2,856
3	1,486	1,518	1,531	1,448	1,465	1,451	1,451	1,445	1,433	1,545	1,477
4	0,088	0,085	0,082	0,088	0,080	0,079	0,087	0,082	0,078	0,083	0,083
5	1,442	1,504	1,544	1,530	1,538	1,471	1,498	1,543	1,426	1,450	1,495
6	2,883	2,795	2,852	2,760	2,844	2,902	2,893	2,786	2,830	2,924	2,847
7	1,424	1,521	1,507	1,412	1,480	1,468	1,528	1,436	1,446	1,549	1,477
8	0,090	0,078	0,083	0,080	0,079	0,079	0,080	0,084	0,084	0,088	0,082

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,088	0,083	0,081	0,078	0,084	0,085	0,077	0,088	0,086	0,078	0,083
1	1,503	1,447	1,420	1,454	1,433	1,435	1,504	1,446	1,425	1,437	1,450
2	2,750	2,873	2,785	2,857	2,844	2,817	2,810	2,847	2,772	2,815	2,817
3	1,449	1,426	1,437	1,420	1,452	1,491	1,521	1,513	1,422	1,482	1,461
4	0,089	0,087	0,080	0,082	0,087	0,083	0,082	0,082	0,081	0,088	0,084
5	1,438	1,494	1,472	1,547	1,427	1,488	1,460	1,470	1,498	1,469	1,476
6	2,802	2,919	2,836	2,842	2,784	2,909	2,771	2,851	2,891	2,805	2,841
7	1,545	1,452	1,442	1,425	1,494	1,441	1,519	1,514	1,498	1,414	1,474
8	0,093	0,087	0,081	0,081	0,087	0,081	0,083	0,078	0,082	0,078	0,083

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,088	0,084	0,080	0,081	0,082	0,077	0,079	0,082	0,086	0,081	0,082
1	1,532	1,448	1,536	1,480	1,423	1,540	1,492	1,498	1,421	1,534	1,490
2	2,903	2,745	2,917	2,892	2,927	2,885	2,878	2,896	2,777	2,810	2,863
3	1,473	1,475	1,441	1,434	1,455	1,445	1,426	1,462	1,454	1,452	1,452
4	0,094	0,084	0,079	0,087	0,087	0,080	0,080	0,079	0,088	0,082	0,084
5	1,515	1,460	1,462	1,476	1,478	1,423	1,521	1,490	1,544	1,442	1,481
6	2,775	2,833	2,809	2,761	2,843	2,910	2,845	2,808	2,842	2,919	2,835
7	1,483	1,547	1,434	1,522	1,425	1,458	1,544	1,540	1,462	1,459	1,487
8	0,090	0,077	0,078	0,077	0,079	0,079	0,081	0,080	0,081	0,079	0,080

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,092	0,081	0,087	0,079	0,080	0,083	0,087	0,078	0,081	0,085	0,083
1	1,421	1,458	1,539	1,449	1,423	1,478	1,487	1,430	1,529	1,502	1,471
2	2,790	2,875	2,750	2,850	2,747	2,804	2,906	2,860	2,819	2,873	2,828
3	1,432	1,419	1,535	1,460	1,417	1,464	1,410	1,549	1,436	1,526	1,465
4	0,089	0,083	0,085	0,077	0,086	0,087	0,078	0,082	0,084	0,083	0,083
5	1,513	1,496	1,542	1,504	1,488	1,546	1,549	1,527	1,522	1,527	1,521
6	2,848	2,792	2,921	2,821	2,877	2,789	2,916	2,793	2,863	2,876	2,850
7	1,455	1,426	1,497	1,489	1,501	1,421	1,456	1,444	1,450	1,520	1,466
8	0,091	0,082	0,080	0,086	0,084	0,085	0,080	0,080	0,079	0,081	0,083

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,093	0,082	0,082	0,083	0,079	0,083	0,082	0,083	0,083	0,077	0,083
1	1,444	1,546	1,514	1,456	1,424	1,465	1,442	1,489	1,525	1,532	1,484
2	2,887	2,814	2,829	2,783	2,756	2,869	2,890	2,853	2,877	2,873	2,843
3	1,416	1,432	1,461	1,420	1,481	1,416	1,549	1,536	1,511	1,429	1,465
4	0,092	0,078	0,085	0,079	0,080	0,085	0,087	0,079	0,084	0,088	0,084
5	1,462	1,545	1,432	1,481	1,475	1,477	1,444	1,476	1,535	1,478	1,480
6	2,783	2,929	2,810	2,926	2,891	2,926	2,862	2,924	2,792	2,751	2,859
7	1,458	1,445	1,499	1,446	1,547	1,548	1,424	1,531	1,440	1,501	1,484
8	0,088	0,081	0,082	0,085	0,077	0,078	0,085	0,077	0,088	0,079	0,082

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			15		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	23/04/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,085	0,093	0,092	0,088	0,088	0,085	0,092	0,084	0,090	0,089	0,089
1	1,387	1,467	1,403	1,391	1,468	1,454	1,449	1,440	1,392	1,505	1,436
2	2,851	2,754	2,791	2,728	2,872	2,818	2,781	2,848	2,745	2,872	2,806
3	1,448	1,485	1,425	1,502	1,373	1,418	1,510	1,496	1,394	1,448	1,450
4	0,086	0,092	0,089	0,087	0,088	0,092	0,086	0,085	0,086	0,089	0,088
5	1,372	1,439	1,448	1,446	1,383	1,501	1,435	1,427	1,396	1,442	1,429
6	2,881	2,856	2,723	2,852	2,734	2,713	2,861	2,778	2,727	2,880	2,800
7	1,436	1,486	1,456	1,453	1,371	1,394	1,510	1,410	1,449	1,484	1,445
8	0,087	0,085	0,087	0,093	0,089	0,090	0,088	0,085	0,090	0,089	0,088

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,088	0,085	0,088	0,092	0,090	0,087	0,092	0,090	0,088	0,086	0,089
1	1,404	1,399	1,406	1,388	1,505	1,418	1,388	1,433	1,453	1,409	1,420
2	2,773	2,851	2,791	2,765	2,740	2,791	2,843	2,789	2,798	2,886	2,803
3	1,452	1,428	1,416	1,401	1,475	1,473	1,482	1,409	1,457	1,472	1,446
4	0,089	0,092	0,092	0,090	0,093	0,086	0,093	0,087	0,089	0,085	0,089
5	1,449	1,397	1,504	1,479	1,402	1,457	1,424	1,405	1,466	1,422	1,441
6	2,762	2,710	2,864	2,858	2,816	2,737	2,794	2,752	2,742	2,779	2,781
7	1,373	1,471	1,400	1,494	1,496	1,383	1,426	1,415	1,379	1,504	1,434
8	0,091	0,091	0,087	0,090	0,090	0,087	0,089	0,091	0,085	0,089	0,089

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,093	0,091	0,089	0,089	0,089	0,090	0,088	0,087	0,087	0,086	0,089
1	1,490	1,432	1,387	1,414	1,484	1,504	1,449	1,485	1,396	1,464	1,451
2	2,701	2,709	2,798	2,738	2,817	2,724	2,725	2,760	2,806	2,748	2,753
3	1,400	1,475	1,490	1,460	1,486	1,402	1,488	1,456	1,391	1,501	1,455
4	0,085	0,093	0,088	0,086	0,090	0,085	0,092	0,087	0,085	0,085	0,088
5	1,380	1,495	1,478	1,415	1,492	1,447	1,471	1,371	1,426	1,447	1,442
6	2,806	2,787	2,822	2,792	2,790	2,733	2,805	2,874	2,830	2,822	2,806
7	1,379	1,467	1,414	1,376	1,436	1,468	1,461	1,409	1,461	1,491	1,436
8	0,086	0,092	0,085	0,088	0,093	0,091	0,092	0,092	0,093	0,086	0,090

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,091	0,087	0,085	0,087	0,088	0,091	0,093	0,089	0,088	0,092	0,089
1	1,389	1,374	1,487	1,482	1,467	1,375	1,401	1,496	1,450	1,434	1,436
2	2,867	2,772	2,872	2,743	2,848	2,814	2,869	2,731	2,777	2,735	2,803
3	1,462	1,475	1,396	1,419	1,409	1,402	1,398	1,484	1,477	1,459	1,438
4	0,089	0,088	0,093	0,085	0,090	0,090	0,090	0,085	0,090	0,085	0,088
5	1,477	1,443	1,417	1,440	1,466	1,408	1,491	1,438	1,455	1,467	1,450
6	2,860	2,791	2,886	2,803	2,842	2,781	2,713	2,758	2,884	2,747	2,806
7	1,392	1,439	1,483	1,423	1,418	1,462	1,381	1,370	1,483	1,463	1,431
8	0,085	0,092	0,090	0,087	0,089	0,092	0,084	0,086	0,085	0,091	0,088

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,086	0,086	0,085	0,090	0,090	0,088	0,091	0,088	0,087	0,085	0,088
1	1,471	1,464	1,472	1,482	1,471	1,435	1,418	1,454	1,375	1,396	1,444
2	2,837	2,762	2,848	2,867	2,824	2,855	2,769	2,803	2,720	2,751	2,804
3	1,439	1,406	1,447	1,507	1,465	1,499	1,499	1,398	1,473	1,410	1,454
4	0,089	0,090	0,084	0,089	0,091	0,086	0,090	0,092	0,086	0,092	0,089
5	1,398	1,503	1,455	1,505	1,484	1,450	1,413	1,432	1,472	1,467	1,458
6	2,766	2,818	2,849	2,756	2,793	2,786	2,844	2,775	2,764	2,788	2,794
7	1,445	1,406	1,424	1,487	1,429	1,509	1,450	1,460	1,424	1,383	1,442
8	0,091	0,088	0,085	0,090	0,090	0,085	0,091	0,084	0,085	0,084	0,087

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,084	0,086	0,089	0,088	0,090	0,090	0,088	0,088	0,087	0,090	0,088
1	1,420	1,431	1,442	1,456	1,442	1,488	1,505	1,382	1,426	1,479	1,447
2	2,735	2,735	2,827	2,711	2,849	2,708	2,759	2,814	2,719	2,887	2,774
3	1,455	1,411	1,484	1,401	1,431	1,372	1,420	1,455	1,505	1,466	1,440
4	0,085	0,091	0,093	0,092	0,090	0,088	0,087	0,088	0,092	0,090	0,090
5	1,508	1,464	1,473	1,446	1,440	1,475	1,417	1,507	1,375	1,483	1,459
6	2,799	2,877	2,882	2,726	2,732	2,709	2,750	2,834	2,752	2,880	2,794
7	1,394	1,441	1,470	1,490	1,499	1,488	1,417	1,401	1,458	1,496	1,455
8	0,085	0,091	0,087	0,086	0,090	0,087	0,091	0,091	0,089	0,087	0,088

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			16		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	30/04/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,088	0,096	0,089	0,091	0,097	0,091	0,093	0,096	0,094	0,093
1	1,551	1,473	1,448	1,447	1,483	1,420	1,484	1,504	1,449	1,475	1,473
2	2,761	2,767	2,798	2,829	2,786	2,817	2,757	2,770	2,920	2,925	2,813
3	1,467	1,473	1,435	1,542	1,508	1,504	1,497	1,553	1,423	1,476	1,488
4	0,094	0,090	0,089	0,093	0,096	0,089	0,092	0,091	0,088	0,095	0,092
5	1,519	1,445	1,503	1,537	1,442	1,477	1,477	1,549	1,487	1,449	1,488
6	2,835	2,760	2,901	2,748	2,809	2,887	2,859	2,868	2,765	2,746	2,818
7	1,546	1,509	1,526	1,458	1,468	1,431	1,503	1,445	1,444	1,509	1,484
8	0,096	0,089	0,088	0,089	0,089	0,089	0,093	0,095	0,091	0,096	0,091

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,089	0,091	0,094	0,096	0,095	0,092	0,091	0,095	0,092	0,091	0,093
1	1,500	1,515	1,462	1,492	1,554	1,546	1,556	1,540	1,442	1,558	1,517
2	2,854	2,923	2,843	2,778	2,749	2,771	2,929	2,839	2,803	2,818	2,831
3	1,424	1,425	1,533	1,531	1,443	1,449	1,558	1,507	1,525	1,428	1,482
4	0,091	0,094	0,092	0,090	0,094	0,093	0,088	0,088	0,096	0,092	0,092
5	1,516	1,431	1,454	1,523	1,435	1,514	1,435	1,442	1,479	1,443	1,467
6	2,748	2,918	2,916	2,800	2,801	2,876	2,786	2,742	2,821	2,871	2,828
7	1,458	1,449	1,457	1,513	1,549	1,429	1,558	1,541	1,517	1,467	1,494
8	0,093	0,095	0,091	0,096	0,090	0,097	0,093	0,095	0,092	0,095	0,094

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,090	0,095	0,090	0,089	0,088	0,091	0,090	0,096	0,095	0,091	0,092
1	1,499	1,485	1,546	1,429	1,555	1,478	1,504	1,477	1,499	1,520	1,499
2	2,856	2,906	2,758	2,929	2,927	2,927	2,854	2,853	2,852	2,880	2,874
3	1,553	1,453	1,445	1,526	1,534	1,537	1,534	1,549	1,457	1,447	1,504
4	0,092	0,089	0,089	0,093	0,089	0,092	0,089	0,092	0,089	0,097	0,091
5	1,438	1,477	1,534	1,533	1,420	1,441	1,523	1,542	1,559	1,461	1,493
6	2,837	2,852	2,801	2,780	2,855	2,813	2,845	2,905	2,744	2,744	2,818
7	1,494	1,479	1,533	1,526	1,467	1,556	1,534	1,472	1,420	1,501	1,498
8	0,094	0,091	0,090	0,088	0,095	0,088	0,093	0,088	0,089	0,089	0,090

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,094	0,096	0,095	0,097	0,092	0,093	0,092	0,095	0,091	0,090	0,093
1	1,541	1,469	1,501	1,498	1,454	1,460	1,547	1,477	1,504	1,523	1,497
2	2,923	2,857	2,770	2,749	2,896	2,752	2,790	2,866	2,912	2,799	2,831
3	1,470	1,421	1,539	1,446	1,509	1,535	1,477	1,451	1,557	1,477	1,488
4	0,097	0,089	0,091	0,092	0,093	0,091	0,094	0,090	0,095	0,094	0,093
5	1,474	1,546	1,482	1,488	1,502	1,552	1,430	1,507	1,469	1,528	1,498
6	2,925	2,884	2,814	2,855	2,879	2,825	2,827	2,800	2,814	2,774	2,840
7	1,489	1,433	1,462	1,516	1,539	1,487	1,435	1,512	1,519	1,423	1,482
8	0,090	0,090	0,091	0,094	0,089	0,097	0,089	0,092	0,090	0,089	0,091

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,088	0,094	0,093	0,091	0,093	0,093	0,090	0,090	0,097	0,093	0,092
1	1,484	1,444	1,512	1,474	1,501	1,446	1,479	1,523	1,503	1,468	1,484
2	2,809	2,805	2,787	2,849	2,758	2,802	2,920	2,906	2,915	2,898	2,845
3	1,495	1,492	1,439	1,554	1,538	1,452	1,440	1,498	1,462	1,467	1,484
4	0,097	0,096	0,092	0,093	0,088	0,091	0,097	0,089	0,097	0,092	0,093
5	1,443	1,444	1,449	1,542	1,462	1,547	1,528	1,537	1,495	1,521	1,497
6	2,784	2,905	2,897	2,786	2,774	2,877	2,797	2,775	2,808	2,929	2,833
7	1,465	1,424	1,512	1,533	1,466	1,546	1,488	1,430	1,483	1,533	1,488
8	0,094	0,088	0,092	0,096	0,091	0,092	0,095	0,095	0,092	0,090	0,092

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,095	0,089	0,089	0,091	0,097	0,089	0,091	0,090	0,094	0,092	0,092
1	1,558	1,436	1,472	1,488	1,522	1,533	1,464	1,526	1,464	1,546	1,501
2	2,814	2,827	2,756	2,771	2,893	2,744	2,928	2,753	2,885	2,796	2,817
3	1,448	1,498	1,470	1,512	1,492	1,541	1,489	1,459	1,518	1,479	1,491
4	0,092	0,094	0,095	0,093	0,089	0,092	0,092	0,092	0,094	0,091	0,092
5	1,426	1,552	1,428	1,516	1,523	1,436	1,477	1,550	1,422	1,435	1,476
6	2,893	2,800	2,854	2,835	2,858	2,829	2,768	2,864	2,759	2,746	2,821
7	1,522	1,515	1,487	1,491	1,457	1,519	1,549	1,487	1,553	1,524	1,511
8	0,095	0,089	0,094	0,097	0,097	0,089	0,089	0,094	0,093	0,096	0,093

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			17		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	07/05/2018	HORA DO TESTE:	08:30 às 11:30

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,082	0,083	0,090	0,083	0,089	0,086	0,084	0,083	0,089	0,081	0,085
1	1,485	1,462	1,479	1,406	1,510	1,447	1,424	1,376	1,371	1,505	1,446
2	2,827	2,804	2,822	2,938	2,940	2,820	2,939	2,931	2,967	2,926	2,891
3	1,496	1,461	1,399	1,455	1,497	1,400	1,472	1,492	1,468	1,393	1,453
4	0,089	0,087	0,086	0,088	0,084	0,087	0,082	0,082	0,089	0,089	0,086
5	1,474	1,448	1,463	1,378	1,423	1,478	1,441	1,429	1,374	1,403	1,431
6	2,814	2,880	2,794	2,812	2,947	2,854	2,814	2,966	2,946	2,864	2,869
7	1,497	1,396	1,392	1,441	1,426	1,413	1,402	1,418	1,500	1,477	1,436
8	0,090	0,083	0,084	0,089	0,081	0,082	0,086	0,085	0,087	0,087	0,085

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,081	0,080	0,083	0,087	0,086	0,089	0,081	0,083	0,089	0,084	0,084
1	1,413	1,471	1,477	1,412	1,457	1,410	1,496	1,475	1,488	1,451	1,455
2	2,884	2,931	2,865	2,949	2,918	2,922	2,801	2,920	2,963	2,850	2,900
3	1,432	1,446	1,373	1,466	1,403	1,482	1,411	1,461	1,434	1,490	1,440
4	0,086	0,086	0,084	0,083	0,082	0,081	0,087	0,082	0,084	0,085	0,084
5	1,478	1,471	1,471	1,405	1,413	1,436	1,490	1,426	1,374	1,476	1,444
6	2,781	2,806	2,821	2,824	2,894	2,946	2,789	2,834	2,851	2,903	2,845
7	1,479	1,385	1,377	1,439	1,491	1,464	1,484	1,410	1,506	1,373	1,441
8	0,088	0,086	0,084	0,087	0,087	0,083	0,087	0,084	0,087	0,081	0,085

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,084	0,081	0,089	0,089	0,087	0,089	0,090	0,089	0,083	0,088	0,087
1	1,475	1,479	1,510	1,422	1,418	1,404	1,474	1,477	1,395	1,428	1,448
2	2,898	2,794	2,831	2,964	2,953	2,855	2,788	2,832	2,904	2,831	2,865
3	1,466	1,378	1,435	1,396	1,414	1,395	1,449	1,456	1,470	1,486	1,435
4	0,089	0,088	0,086	0,087	0,089	0,083	0,086	0,090	0,084	0,083	0,087
5	1,391	1,414	1,405	1,383	1,431	1,418	1,465	1,451	1,484	1,473	1,432
6	2,909	2,898	2,865	2,848	2,939	2,787	2,925	2,964	2,832	2,934	2,890
7	1,470	1,489	1,478	1,395	1,386	1,386	1,451	1,383	1,462	1,391	1,429
8	0,081	0,083	0,087	0,084	0,086	0,089	0,083	0,087	0,084	0,081	0,084

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,086	0,085	0,086	0,087	0,087	0,082	0,089	0,081	0,082	0,087	0,085
1	1,414	1,457	1,417	1,500	1,446	1,418	1,490	1,436	1,501	1,476	1,455
2	2,961	2,797	2,912	2,844	2,965	2,941	2,891	2,926	2,799	2,966	2,900
3	1,395	1,400	1,479	1,449	1,459	1,454	1,446	1,497	1,411	1,505	1,449
4	0,089	0,084	0,082	0,088	0,087	0,087	0,087	0,081	0,081	0,086	0,085
5	1,438	1,483	1,454	1,418	1,388	1,451	1,477	1,492	1,498	1,394	1,449
6	2,946	2,841	2,912	2,838	2,867	2,798	2,928	2,847	2,803	2,920	2,870
7	1,401	1,442	1,449	1,445	1,458	1,387	1,498	1,427	1,451	1,394	1,435
8	0,087	0,090	0,088	0,089	0,086	0,089	0,082	0,089	0,089	0,082	0,087

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,081	0,082	0,082	0,084	0,084	0,084	0,086	0,081	0,089	0,082	0,083
1	1,415	1,507	1,382	1,456	1,447	1,423	1,427	1,478	1,446	1,493	1,447
2	2,871	2,853	2,924	2,931	2,840	2,836	2,937	2,802	2,900	2,901	2,879
3	1,410	1,488	1,491	1,457	1,406	1,499	1,503	1,482	1,457	1,467	1,466
4	0,087	0,085	0,086	0,087	0,090	0,083	0,081	0,082	0,087	0,085	0,085
5	1,454	1,377	1,408	1,413	1,473	1,405	1,498	1,439	1,392	1,379	1,424
6	2,905	2,948	2,955	2,945	2,795	2,902	2,868	2,965	2,802	2,835	2,892
7	1,387	1,374	1,378	1,432	1,384	1,505	1,491	1,377	1,445	1,420	1,419
8	0,080	0,086	0,085	0,083	0,084	0,086	0,086	0,088	0,090	0,083	0,085

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,084	0,083	0,089	0,083	0,082	0,080	0,086	0,083	0,089	0,084	0,084
1	1,389	1,476	1,371	1,467	1,506	1,404	1,494	1,400	1,469	1,381	1,436
2	2,947	2,927	2,890	2,950	2,958	2,909	2,819	2,853	2,883	2,848	2,898
3	1,373	1,482	1,498	1,386	1,438	1,467	1,467	1,443	1,381	1,444	1,438
4	0,085	0,089	0,083	0,086	0,086	0,086	0,085	0,083	0,083	0,090	0,086
5	1,386	1,471	1,438	1,509	1,505	1,423	1,456	1,448	1,484	1,416	1,454
6	2,941	2,782	2,826	2,936	2,905	2,828	2,854	2,898	2,841	2,807	2,862
7	1,476	1,397	1,452	1,422	1,474	1,446	1,406	1,473	1,390	1,475	1,441
8	0,087	0,090	0,087	0,080	0,090	0,084	0,090	0,087	0,086	0,083	0,086

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			18		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	10/05/2018	HORA DO TESTE:	09:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,091	0,094	0,093	0,096	0,100	0,096	0,099	0,098	0,099	0,093	0,096
1	1,419	1,418	1,520	1,487	1,482	1,411	1,530	1,513	1,479	1,498	1,476
2	2,836	2,792	2,878	2,805	2,861	2,791	2,736	2,886	2,763	2,862	2,821
3	1,505	1,443	1,508	1,401	1,500	1,472	1,490	1,509	1,497	1,470	1,479
4	0,095	0,091	0,098	0,096	0,098	0,096	0,096	0,099	0,096	0,096	0,096
5	1,399	1,529	1,522	1,462	1,518	1,503	1,509	1,482	1,437	1,449	1,481
6	2,732	2,826	2,719	2,748	2,770	2,773	2,767	2,818	2,740	2,825	2,772
7	1,493	1,511	1,471	1,433	1,395	1,502	1,423	1,528	1,395	1,487	1,464
8	0,098	0,099	0,099	0,093	0,096	0,099	0,090	0,098	0,099	0,090	0,096

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,094	0,095	0,097	0,090	0,090	0,093	0,096	0,100	0,093	0,091	0,094
1	1,518	1,436	1,457	1,472	1,451	1,400	1,514	1,436	1,402	1,405	1,449
2	2,855	2,856	2,751	2,788	2,734	2,754	2,865	2,774	2,744	2,721	2,784
3	1,455	1,529	1,446	1,470	1,478	1,395	1,433	1,421	1,430	1,402	1,446
4	0,100	0,090	0,094	0,099	0,092	0,093	0,097	0,091	0,095	0,097	0,095
5	1,528	1,412	1,405	1,480	1,494	1,391	1,511	1,495	1,416	1,426	1,456
6	2,825	2,887	2,752	2,813	2,867	2,877	2,841	2,791	2,882	2,802	2,834
7	1,527	1,529	1,394	1,516	1,449	1,398	1,439	1,453	1,441	1,433	1,458
8	0,096	0,094	0,095	0,096	0,098	0,091	0,092	0,093	0,097	0,091	0,094

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,092	0,099	0,095	0,095	0,097	0,090	0,094	0,097	0,090	0,092	0,094
1	1,505	1,426	1,449	1,453	1,470	1,408	1,508	1,487	1,451	1,470	1,463
2	2,816	2,738	2,848	2,737	2,733	2,737	2,766	2,801	2,872	2,824	2,787
3	1,408	1,435	1,504	1,447	1,484	1,426	1,433	1,518	1,447	1,528	1,463
4	0,091	0,097	0,094	0,098	0,098	0,096	0,093	0,096	0,099	0,091	0,095
5	1,428	1,520	1,417	1,446	1,415	1,477	1,455	1,432	1,491	1,442	1,452
6	2,787	2,721	2,803	2,716	2,718	2,879	2,845	2,784	2,882	2,850	2,799
7	1,421	1,461	1,407	1,513	1,409	1,420	1,523	1,500	1,473	1,427	1,456
8	0,096	0,095	0,093	0,091	0,091	0,098	0,093	0,091	0,096	0,097	0,094

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,096	0,091	0,091	0,092	0,099	0,093	0,096	0,097	0,090	0,096	0,094
1	1,432	1,472	1,430	1,530	1,466	1,404	1,520	1,476	1,433	1,449	1,461
2	2,719	2,853	2,771	2,739	2,759	2,808	2,713	2,766	2,780	2,797	2,771
3	1,453	1,527	1,398	1,486	1,416	1,391	1,452	1,409	1,525	1,419	1,448
4	0,092	0,096	0,098	0,095	0,091	0,097	0,092	0,097	0,094	0,098	0,095
5	1,429	1,523	1,436	1,407	1,516	1,462	1,392	1,421	1,485	1,420	1,449
6	2,855	2,868	2,849	2,814	2,875	2,846	2,829	2,853	2,758	2,877	2,842
7	1,518	1,495	1,400	1,513	1,435	1,477	1,462	1,391	1,524	1,439	1,466
8	0,099	0,091	0,098	0,093	0,093	0,093	0,099	0,094	0,097	0,097	0,095

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,091	0,097	0,099	0,095	0,097	0,097	0,092	0,097	0,098	0,095	0,096
1	1,434	1,500	1,476	1,469	1,494	1,449	1,469	1,499	1,512	1,410	1,471
2	2,791	2,770	2,875	2,798	2,858	2,796	2,720	2,788	2,781	2,881	2,806
3	1,523	1,474	1,431	1,447	1,496	1,491	1,393	1,434	1,468	1,415	1,457
4	0,094	0,093	0,092	0,090	0,100	0,095	0,093	0,090	0,099	0,092	0,094
5	1,519	1,458	1,483	1,441	1,464	1,426	1,468	1,476	1,513	1,441	1,469
6	2,816	2,843	2,854	2,867	2,806	2,747	2,771	2,836	2,730	2,820	2,809
7	1,517	1,423	1,480	1,425	1,399	1,455	1,412	1,480	1,477	1,415	1,448
8	0,097	0,095	0,099	0,091	0,096	0,097	0,098	0,098	0,097	0,091	0,096

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,098	0,096	0,093	0,100	0,091	0,095	0,091	0,096	0,096	0,098	0,096
1	1,453	1,522	1,396	1,516	1,503	1,498	1,519	1,479	1,477	1,518	1,488
2	2,738	2,734	2,738	2,776	2,836	2,731	2,810	2,885	2,803	2,868	2,792
3	1,418	1,476	1,466	1,466	1,508	1,407	1,454	1,446	1,526	1,481	1,465
4	0,097	0,100	0,092	0,095	0,093	0,093	0,099	0,099	0,092	0,096	0,096
5	1,485	1,409	1,513	1,400	1,500	1,416	1,415	1,523	1,526	1,407	1,459
6	2,759	2,799	2,712	2,837	2,888	2,832	2,751	2,856	2,801	2,729	2,796
7	1,517	1,437	1,526	1,486	1,399	1,421	1,463	1,497	1,478	1,430	1,465
8	0,094	0,092	0,092	0,092	0,099	0,097	0,095	0,097	0,097	0,096	0,095

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			19		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	17/05/2018	HORA DO TESTE:	14:00 às 17:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,098	0,103	0,094	0,103	0,100	0,098	0,104	0,105	0,097	0,104	0,101
1	1,450	1,522	1,520	1,490	1,479	1,498	1,444	1,432	1,544	1,498	1,488
2	2,745	2,974	2,823	2,862	2,987	2,929	2,967	2,892	2,741	2,902	2,882
3	1,509	1,523	1,433	1,535	1,473	1,531	1,518	1,527	1,430	1,485	1,497
4	0,098	0,103	0,095	0,096	0,106	0,093	0,104	0,104	0,096	0,099	0,100
5	1,501	1,487	1,564	1,531	1,551	1,530	1,446	1,459	1,500	1,431	1,500
6	2,920	2,799	2,762	2,813	2,811	2,754	2,953	2,912	2,976	2,941	2,864
7	1,536	1,522	1,526	1,440	1,501	1,542	1,533	1,450	1,490	1,453	1,499
8	0,100	0,097	0,103	0,095	0,105	0,096	0,105	0,104	0,095	0,105	0,100

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,099	0,099	0,103	0,103	0,093	0,093	0,100	0,093	0,100	0,097	0,098
1	1,547	1,450	1,493	1,492	1,543	1,492	1,567	1,530	1,553	1,500	1,517
2	2,870	2,775	2,898	2,945	2,847	2,849	2,766	2,924	2,783	2,744	2,840
3	1,508	1,569	1,476	1,559	1,467	1,482	1,532	1,451	1,534	1,554	1,513
4	0,103	0,096	0,102	0,098	0,093	0,103	0,097	0,101	0,106	0,098	0,100
5	1,501	1,459	1,507	1,473	1,481	1,471	1,499	1,568	1,443	1,453	1,486
6	2,753	2,843	2,793	2,954	2,759	2,775	2,985	2,852	2,847	2,846	2,840
7	1,470	1,548	1,482	1,541	1,453	1,546	1,517	1,492	1,530	1,496	1,508
8	0,101	0,102	0,093	0,095	0,100	0,100	0,096	0,098	0,102	0,098	0,098

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,094	0,101	0,102	0,106	0,101	0,098	0,099	0,104	0,097	0,093	0,099
1	1,568	1,568	1,500	1,534	1,559	1,480	1,434	1,439	1,531	1,470	1,508
2	2,774	2,802	2,900	2,934	2,860	2,778	2,969	2,763	2,969	2,872	2,862
3	1,555	1,497	1,509	1,534	1,563	1,461	1,544	1,444	1,466	1,490	1,506
4	0,096	0,094	0,100	0,096	0,096	0,101	0,098	0,105	0,105	0,093	0,099
5	1,568	1,465	1,512	1,529	1,497	1,512	1,541	1,546	1,482	1,564	1,522
6	2,879	2,805	2,792	2,880	2,757	2,830	2,839	2,790	2,795	2,908	2,827
7	1,566	1,489	1,541	1,435	1,464	1,516	1,432	1,440	1,548	1,516	1,495
8	0,095	0,101	0,104	0,103	0,094	0,103	0,101	0,095	0,104	0,103	0,100

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,103	0,103	0,094	0,097	0,101	0,103	0,102	0,099	0,101	0,100
1	1,481	1,444	1,480	1,430	1,484	1,530	1,463	1,499	1,485	1,552	1,485
2	2,873	2,973	2,969	2,870	2,811	2,776	2,874	2,966	2,939	2,883	2,893
3	1,493	1,435	1,497	1,557	1,521	1,444	1,528	1,490	1,519	1,450	1,494
4	0,098	0,103	0,094	0,103	0,097	0,100	0,105	0,104	0,102	0,100	0,101
5	1,506	1,539	1,527	1,562	1,562	1,528	1,448	1,436	1,536	1,525	1,517
6	2,901	2,985	2,768	2,806	2,919	2,889	2,766	2,744	2,861	2,984	2,862
7	1,493	1,465	1,432	1,563	1,465	1,438	1,553	1,434	1,434	1,496	1,477
8	0,102	0,098	0,096	0,098	0,098	0,099	0,101	0,099	0,105	0,105	0,100

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,102	0,096	0,105	0,099	0,104	0,102	0,104	0,096	0,097	0,101	0,101
1	1,549	1,567	1,502	1,559	1,495	1,502	1,436	1,536	1,481	1,443	1,507
2	2,990	2,784	2,886	2,759	2,965	2,841	2,972	2,768	2,874	2,864	2,870
3	1,530	1,548	1,536	1,455	1,544	1,490	1,445	1,467	1,475	1,437	1,493
4	0,105	0,098	0,096	0,105	0,101	0,102	0,095	0,102	0,094	0,105	0,100
5	1,479	1,551	1,460	1,526	1,548	1,492	1,480	1,500	1,499	1,541	1,508
6	2,899	2,811	2,852	2,923	2,757	2,922	2,979	2,963	2,936	2,821	2,886
7	1,538	1,472	1,525	1,461	1,537	1,518	1,449	1,569	1,518	1,462	1,505
8	0,101	0,101	0,101	0,103	0,100	0,097	0,102	0,102	0,103	0,106	0,102

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,098	0,097	0,105	0,103	0,103	0,099	0,101	0,100	0,102	0,098	0,101
1	1,437	1,460	1,505	1,484	1,563	1,513	1,526	1,515	1,522	1,487	1,501
2	2,781	2,862	2,780	2,794	2,985	2,935	2,766	2,911	2,785	2,972	2,857
3	1,450	1,465	1,480	1,528	1,509	1,553	1,505	1,457	1,544	1,480	1,497
4	0,105	0,094	0,105	0,097	0,098	0,096	0,098	0,106	0,098	0,105	0,100
5	1,460	1,532	1,453	1,519	1,491	1,519	1,477	1,502	1,446	1,466	1,486
6	2,892	2,858	2,897	2,902	2,828	2,849	2,938	2,841	2,767	2,860	2,863
7	1,465	1,526	1,438	1,470	1,505	1,555	1,451	1,532	1,535	1,469	1,495
8	0,094	0,103	0,105	0,105	0,102	0,095	0,096	0,099	0,095	0,096	0,099

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				20			
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	24/05/2018	HORA DO TESTE:	15:00 às 17:40		

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,102	0,096	0,101	0,101	0,098	0,099	0,098	0,096	0,100	0,104	0,100
1	1,432	1,553	1,536	1,516	1,451	1,494	1,565	1,468	1,518	1,571	1,511
2	2,917	2,991	2,980	2,880	2,926	2,962	2,913	2,921	2,925	2,811	2,923
3	1,433	1,439	1,437	1,548	1,569	1,466	1,516	1,507	1,586	1,494	1,499
4	0,103	0,101	0,105	0,096	0,096	0,097	0,100	0,103	0,104	0,096	0,100
5	1,459	1,426	1,435	1,494	1,520	1,435	1,471	1,511	1,438	1,503	1,469
6	2,889	2,937	2,862	2,900	2,837	2,917	2,863	2,939	2,967	2,888	2,900
7	1,585	1,499	1,517	1,581	1,459	1,564	1,541	1,426	1,582	1,470	1,522
8	0,104	0,105	0,100	0,099	0,098	0,097	0,096	0,099	0,097	0,099	0,099

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,098	0,095	0,101	0,098	0,104	0,098	0,100	0,100	0,098	0,102	0,099
1	1,573	1,440	1,463	1,528	1,437	1,589	1,436	1,536	1,482	1,529	1,501
2	2,837	2,996	2,811	2,935	2,954	2,982	2,999	2,945	2,896	2,839	2,919
3	1,577	1,508	1,501	1,456	1,444	1,493	1,569	1,532	1,491	1,567	1,514
4	0,101	0,102	0,101	0,098	0,105	0,102	0,104	0,102	0,103	0,103	0,102
5	1,573	1,427	1,457	1,462	1,490	1,467	1,475	1,588	1,439	1,558	1,494
6	2,804	2,802	2,960	2,963	2,984	2,875	2,848	2,894	2,932	2,877	2,894
7	1,567	1,571	1,462	1,443	1,564	1,529	1,507	1,564	1,447	1,461	1,512
8	0,104	0,096	0,104	0,098	0,100	0,095	0,104	0,099	0,097	0,103	0,100

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,105	0,095	0,102	0,096	0,096	0,104	0,101	0,104	0,103	0,101	0,101
1	1,538	1,583	1,540	1,520	1,462	1,429	1,482	1,477	1,522	1,519	1,507
2	2,923	2,897	2,915	2,841	2,814	2,904	2,913	2,898	2,886	2,955	2,895
3	1,438	1,511	1,433	1,499	1,462	1,451	1,506	1,551	1,508	1,559	1,492
4	0,096	0,102	0,097	0,100	0,104	0,103	0,105	0,097	0,098	0,104	0,101
5	1,480	1,461	1,571	1,553	1,449	1,435	1,590	1,562	1,523	1,569	1,519
6	2,961	2,962	2,950	2,979	2,844	2,928	2,951	2,841	2,869	2,853	2,914
7	1,589	1,457	1,433	1,524	1,568	1,467	1,490	1,556	1,581	1,558	1,522
8	0,102	0,104	0,099	0,105	0,100	0,095	0,104	0,103	0,096	0,100	0,101

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,101	0,099	0,098	0,095	0,100	0,104	0,104	0,098	0,103	0,100
1	1,519	1,478	1,444	1,575	1,589	1,496	1,462	1,507	1,557	1,465	1,509
2	2,986	2,977	2,898	2,964	2,985	2,909	2,924	2,961	2,961	2,967	2,953
3	1,486	1,495	1,535	1,510	1,521	1,527	1,513	1,448	1,563	1,480	1,508
4	0,103	0,104	0,099	0,097	0,100	0,096	0,100	0,101	0,104	0,097	0,100
5	1,521	1,535	1,467	1,450	1,556	1,505	1,563	1,573	1,460	1,576	1,521
6	2,980	2,978	2,966	2,948	2,976	2,851	2,908	2,823	2,894	2,989	2,931
7	1,550	1,580	1,563	1,576	1,536	1,482	1,459	1,479	1,501	1,515	1,524
8	0,097	0,097	0,104	0,102	0,099	0,104	0,101	0,099	0,100	0,104	0,101

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,105	0,099	0,097	0,100	0,098	0,099	0,104	0,104	0,098	0,096	0,100
1	1,482	1,495	1,517	1,533	1,422	1,549	1,465	1,505	1,497	1,547	1,501
2	2,960	2,843	2,985	2,972	2,844	2,993	2,949	2,840	2,853	2,914	2,915
3	1,466	1,433	1,582	1,432	1,553	1,534	1,459	1,564	1,421	1,524	1,497
4	0,098	0,099	0,096	0,099	0,097	0,102	0,101	0,101	0,097	0,095	0,098
5	1,589	1,519	1,442	1,561	1,545	1,544	1,480	1,501	1,475	1,569	1,522
6	2,842	2,846	2,910	2,965	2,983	2,893	2,855	2,987	2,888	2,901	2,907
7	1,482	1,504	1,495	1,494	1,535	1,441	1,433	1,535	1,586	1,530	1,503
8	0,100	0,104	0,100	0,099	0,105	0,104	0,103	0,095	0,101	0,099	0,101

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,100	0,097	0,104	0,095	0,098	0,097	0,103	0,102	0,096	0,099
1	1,530	1,443	1,580	1,477	1,448	1,552	1,529	1,471	1,520	1,471	1,502
2	2,928	2,932	2,807	2,937	2,885	2,847	2,894	2,912	2,847	2,822	2,881
3	1,427	1,482	1,554	1,533	1,457	1,569	1,534	1,519	1,527	1,433	1,504
4	0,101	0,099	0,101	0,102	0,103	0,104	0,104	0,096	0,100	0,100	0,101
5	1,582	1,504	1,527	1,502	1,531	1,478	1,442	1,430	1,554	1,557	1,511
6	3,000	2,940	2,986	2,859	2,868	2,861	2,993	2,966	2,988	2,926	2,939
7	1,548	1,427	1,461	1,486	1,563	1,491	1,545	1,443	1,531	1,426	1,492
8	0,103	0,099	0,097	0,099	0,097	0,104	0,100	0,099	0,095	0,096	0,099

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			21		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	29/05/2018	HORA DO TESTE:	14:00 às 17:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,091	0,096	0,100	0,099	0,093	0,097	0,093	0,093	0,094	0,092	0,095
1	1,406	1,473	1,460	1,442	1,504	1,471	1,511	1,539	1,472	1,464	1,474
2	2,887	2,893	2,954	2,732	2,797	2,836	2,880	2,729	2,924	2,892	2,852
3	1,432	1,460	1,472	1,449	1,470	1,416	1,438	1,488	1,398	1,391	1,441
4	0,099	0,093	0,091	0,096	0,096	0,097	0,096	0,094	0,100	0,099	0,096
5	1,523	1,436	1,516	1,437	1,517	1,496	1,405	1,398	1,433	1,460	1,462
6	2,898	2,804	2,717	2,794	2,767	2,904	2,720	2,957	2,936	2,756	2,825
7	1,458	1,450	1,438	1,432	1,401	1,528	1,421	1,477	1,508	1,511	1,463
8	0,094	0,098	0,093	0,095	0,091	0,097	0,094	0,093	0,090	0,098	0,094

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,095	0,098	0,097	0,096	0,092	0,098	0,096	0,097	0,099	0,096
1	1,524	1,390	1,486	1,534	1,513	1,537	1,471	1,473	1,439	1,466	1,483
2	2,922	2,770	2,946	2,907	2,952	2,835	2,958	2,738	2,943	2,881	2,885
3	1,495	1,534	1,452	1,455	1,527	1,441	1,486	1,515	1,538	1,499	1,494
4	0,096	0,092	0,092	0,097	0,095	0,096	0,094	0,097	0,096	0,094	0,095
5	1,428	1,465	1,394	1,402	1,517	1,487	1,446	1,443	1,427	1,434	1,444
6	2,848	2,775	2,779	2,919	2,780	2,729	2,913	2,850	2,734	2,766	2,809
7	1,504	1,439	1,393	1,395	1,455	1,421	1,441	1,443	1,528	1,446	1,447
8	0,097	0,099	0,095	0,099	0,099	0,092	0,099	0,098	0,097	0,100	0,098

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,099	0,092	0,094	0,096	0,095	0,098	0,097	0,093	0,099	0,098	0,096
1	1,404	1,398	1,461	1,511	1,522	1,412	1,415	1,499	1,445	1,394	1,446
2	2,815	2,948	2,760	2,793	2,952	2,851	2,772	2,784	2,791	2,872	2,834
3	1,435	1,395	1,469	1,460	1,490	1,496	1,469	1,496	1,431	1,484	1,463
4	0,096	0,099	0,097	0,096	0,098	0,094	0,099	0,097	0,091	0,098	0,096
5	1,421	1,471	1,482	1,422	1,406	1,418	1,417	1,474	1,515	1,500	1,453
6	2,949	2,814	2,800	2,795	2,784	2,776	2,894	2,723	2,748	2,797	2,808
7	1,425	1,496	1,500	1,480	1,529	1,474	1,490	1,416	1,421	1,490	1,472
8	0,097	0,091	0,099	0,097	0,096	0,092	0,100	0,097	0,099	0,097	0,096

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,100	0,093	0,094	0,099	0,097	0,095	0,095	0,092	0,091	0,093	0,095
1	1,410	1,497	1,463	1,515	1,509	1,401	1,513	1,516	1,508	1,443	1,477
2	2,824	2,781	2,766	2,769	2,725	2,790	2,827	2,798	2,957	2,937	2,817
3	1,407	1,439	1,483	1,477	1,399	1,403	1,505	1,489	1,514	1,499	1,462
4	0,096	0,091	0,097	0,094	0,098	0,093	0,096	0,096	0,090	0,096	0,095
5	1,529	1,520	1,395	1,402	1,430	1,483	1,474	1,498	1,417	1,486	1,463
6	2,951	2,798	2,886	2,881	2,718	2,938	2,945	2,745	2,712	2,742	2,832
7	1,461	1,394	1,467	1,487	1,392	1,498	1,480	1,453	1,407	1,462	1,450
8	0,092	0,099	0,096	0,092	0,100	0,097	0,093	0,091	0,091	0,091	0,094

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,094	0,091	0,094	0,098	0,094	0,099	0,098	0,093	0,094	0,092	0,095
1	1,529	1,403	1,489	1,398	1,512	1,538	1,522	1,519	1,425	1,410	1,474
2	2,892	2,949	2,733	2,808	2,906	2,750	2,797	2,742	2,902	2,713	2,819
3	1,479	1,464	1,448	1,467	1,449	1,419	1,495	1,496	1,444	1,410	1,457
4	0,100	0,097	0,090	0,099	0,096	0,090	0,095	0,097	0,093	0,097	0,095
5	1,415	1,488	1,469	1,468	1,415	1,519	1,505	1,427	1,491	1,539	1,474
6	2,940	2,789	2,806	2,772	2,788	2,843	2,788	2,728	2,950	2,871	2,828
7	1,443	1,467	1,421	1,401	1,449	1,463	1,428	1,394	1,449	1,449	1,436
8	0,097	0,091	0,096	0,092	0,091	0,092	0,095	0,099	0,094	0,091	0,094

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,097	0,097	0,100	0,095	0,097	0,097	0,092	0,093	0,098	0,096	0,096
1	1,530	1,482	1,507	1,418	1,431	1,432	1,394	1,530	1,489	1,407	1,462
2	2,713	2,910	2,833	2,922	2,738	2,832	2,900	2,804	2,922	2,858	2,843
3	1,490	1,499	1,442	1,485	1,504	1,417	1,513	1,401	1,390	1,527	1,467
4	0,096	0,096	0,095	0,098	0,092	0,098	0,095	0,095	0,094	0,097	0,096
5	1,408	1,509	1,470	1,463	1,529	1,399	1,408	1,480	1,401	1,398	1,447
6	2,728	2,722	2,726	2,746	2,730	2,925	2,825	2,949	2,778	2,915	2,804
7	1,471	1,496	1,430	1,481	1,509	1,425	1,415	1,521	1,474	1,501	1,472
8	0,099	0,094	0,092	0,099	0,091	0,093	0,097	0,091	0,091	0,093	0,094

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			22		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	01/06/2018	HORA DO TESTE:	09:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,070	0,063	0,066	0,064	0,067	0,065	0,064	0,067	0,062	0,063	0,065
1	1,414	1,304	1,417	1,296	1,350	1,369	1,341	1,291	1,293	1,423	1,350
2	2,697	2,693	2,722	2,649	2,749	2,779	2,791	2,622	2,651	2,772	2,712
3	1,417	1,295	1,387	1,333	1,393	1,339	1,439	1,346	1,434	1,424	1,381
4	0,063	0,062	0,067	0,067	0,067	0,066	0,062	0,065	0,063	0,063	0,064
5	1,308	1,334	1,395	1,384	1,404	1,311	1,354	1,398	1,419	1,290	1,360
6	2,860	2,624	2,697	2,722	2,758	2,800	2,845	2,678	2,736	2,649	2,737
7	1,423	1,396	1,427	1,360	1,377	1,395	1,291	1,301	1,299	1,311	1,358
8	0,063	0,068	0,063	0,065	0,068	0,064	0,071	0,067	0,067	0,069	0,066

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,065	0,064	0,063	0,068	0,071	0,063	0,067	0,066	0,070	0,061	0,066
1	1,349	1,439	1,309	1,325	1,372	1,365	1,374	1,377	1,301	1,387	1,360
2	2,750	2,743	2,808	2,696	2,666	2,678	2,645	2,694	2,746	2,768	2,719
3	1,306	1,423	1,309	1,421	1,382	1,299	1,356	1,294	1,352	1,359	1,350
4	0,062	0,062	0,063	0,064	0,063	0,063	0,069	0,063	0,069	0,069	0,065
5	1,299	1,343	1,317	1,434	1,354	1,405	1,418	1,337	1,294	1,338	1,354
6	2,819	2,838	2,689	2,749	2,625	2,711	2,628	2,693	2,763	2,773	2,729
7	1,402	1,373	1,407	1,425	1,427	1,432	1,338	1,315	1,317	1,375	1,381
8	0,067	0,063	0,070	0,067	0,070	0,069	0,061	0,064	0,069	0,070	0,067

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,068	0,069	0,066	0,062	0,062	0,066	0,070	0,067	0,066	0,069	0,066
1	1,333	1,370	1,400	1,359	1,376	1,304	1,358	1,436	1,357	1,316	1,361
2	2,782	2,821	2,798	2,802	2,640	2,742	2,706	2,698	2,793	2,658	2,744
3	1,327	1,438	1,396	1,341	1,421	1,416	1,411	1,369	1,415	1,430	1,396
4	0,069	0,069	0,063	0,063	0,062	0,067	0,071	0,068	0,066	0,071	0,067
5	1,418	1,423	1,440	1,294	1,323	1,409	1,417	1,345	1,353	1,385	1,381
6	2,633	2,792	2,800	2,667	2,650	2,692	2,776	2,756	2,813	2,623	2,720
7	1,298	1,341	1,302	1,319	1,295	1,362	1,359	1,370	1,292	1,389	1,333
8	0,064	0,062	0,062	0,066	0,068	0,071	0,067	0,070	0,069	0,066	0,066

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,065	0,068	0,069	0,063	0,064	0,068	0,064	0,068	0,066	0,066	0,066
1	1,307	1,401	1,392	1,433	1,401	1,310	1,350	1,371	1,297	1,389	1,365
2	2,708	2,806	2,852	2,762	2,767	2,802	2,715	2,815	2,623	2,773	2,762
3	1,291	1,371	1,397	1,316	1,437	1,300	1,347	1,373	1,393	1,333	1,356
4	0,065	0,065	0,064	0,066	0,070	0,069	0,067	0,064	0,062	0,064	0,066
5	1,430	1,322	1,410	1,390	1,330	1,420	1,311	1,303	1,340	1,348	1,360
6	2,804	2,685	2,625	2,671	2,747	2,805	2,803	2,719	2,702	2,739	2,730
7	1,347	1,409	1,395	1,313	1,376	1,376	1,340	1,437	1,359	1,432	1,378
8	0,068	0,067	0,062	0,065	0,068	0,065	0,068	0,064	0,064	0,065	0,065

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,068	0,066	0,061	0,069	0,063	0,063	0,069	0,061	0,065	0,064	0,065
1	1,318	1,312	1,387	1,379	1,375	1,301	1,404	1,420	1,404	1,312	1,361
2	2,858	2,648	2,781	2,643	2,767	2,693	2,737	2,845	2,767	2,671	2,741
3	1,401	1,321	1,350	1,320	1,348	1,354	1,361	1,409	1,435	1,340	1,364
4	0,067	0,068	0,071	0,068	0,069	0,064	0,064	0,063	0,063	0,061	0,066
5	1,318	1,333	1,334	1,293	1,353	1,371	1,361	1,382	1,319	1,336	1,340
6	2,732	2,738	2,649	2,698	2,788	2,671	2,859	2,857	2,652	2,840	2,748
7	1,301	1,425	1,432	1,391	1,426	1,336	1,293	1,323	1,431	1,411	1,377
8	0,062	0,062	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,064	0,063	0,063	0,066

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,070	0,069	0,069	0,062	0,065	0,069	0,062	0,061	0,069	0,061	0,066
1	1,380	1,377	1,420	1,434	1,290	1,321	1,414	1,302	1,419	1,428	1,379
2	2,734	2,787	2,757	2,653	2,802	2,837	2,792	2,729	2,664	2,625	2,738
3	1,357	1,340	1,417	1,355	1,386	1,367	1,307	1,393	1,291	1,319	1,353
4	0,065	0,070	0,063	0,063	0,066	0,070	0,068	0,067	0,069	0,064	0,067
5	1,376	1,360	1,336	1,350	1,345	1,356	1,416	1,298	1,383	1,368	1,359
6	2,655	2,734	2,775	2,695	2,630	2,611	2,844	2,765	2,798	2,755	2,726
7	1,355	1,383	1,381	1,292	1,329	1,387	1,382	1,303	1,424	1,295	1,353
8	0,061	0,063	0,067	0,066	0,067	0,062	0,070	0,066	0,070	0,066	0,066

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				23			
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	07/06/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 13:30		

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,029	0,028	0,027	0,027	0,029	0,022	0,029	0,030	0,027	0,022	0,027
1	1,104	1,056	1,166	1,137	1,092	1,161	1,149	1,134	1,090	1,093	1,118
2	2,196	2,107	2,053	2,232	2,181	2,203	2,106	2,231	2,209	2,259	2,178
3	1,060	1,134	1,137	1,045	1,074	1,030	1,078	1,141	1,168	1,067	1,093
4	0,030	0,030	0,029	0,026	0,031	0,023	0,027	0,024	0,031	0,028	0,028
5	1,083	1,165	1,167	1,106	1,146	1,084	1,142	1,159	1,082	1,040	1,117
6	2,036	2,128	2,164	2,089	2,094	2,145	2,188	2,086	2,225	2,238	2,139
7	1,077	1,036	1,134	1,140	1,122	1,081	1,165	1,052	1,062	1,166	1,103
8	0,024	0,027	0,024	0,029	0,028	0,031	0,026	0,024	0,030	0,023	0,027

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,028	0,027	0,027	0,028	0,025	0,026	0,023	0,025	0,025	0,030	0,026
1	1,070	1,087	1,109	1,128	1,078	1,033	1,129	1,145	1,043	1,117	1,094
2	2,258	2,072	2,184	2,176	2,030	2,241	2,167	2,238	2,147	2,220	2,173
3	1,105	1,112	1,159	1,136	1,081	1,045	1,141	1,067	1,159	1,147	1,115
4	0,028	0,028	0,022	0,022	0,025	0,026	0,031	0,026	0,026	0,027	0,026
5	1,083	1,066	1,038	1,128	1,143	1,138	1,128	1,068	1,062	1,059	1,091
6	2,245	2,199	2,125	2,186	2,249	2,069	2,125	2,210	2,126	2,147	2,168
7	1,113	1,044	1,067	1,128	1,168	1,163	1,067	1,077	1,084	1,127	1,104
8	0,029	0,024	0,022	0,029	0,029	0,025	0,023	0,027	0,025	0,024	0,026

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,026	0,028	0,030	0,031	0,029	0,024	0,023	0,025	0,024	0,028	0,027
1	1,110	1,125	1,149	1,131	1,067	1,090	1,065	1,098	1,079	1,102	1,102
2	2,119	2,176	2,054	2,032	2,147	2,032	2,213	2,230	2,093	2,106	2,120
3	1,068	1,156	1,164	1,033	1,132	1,105	1,038	1,075	1,144	1,142	1,106
4	0,029	0,026	0,023	0,026	0,029	0,029	0,024	0,030	0,028	0,024	0,027
5	1,045	1,040	1,098	1,165	1,155	1,030	1,034	1,057	1,057	1,109	1,079
6	2,215	2,199	2,218	2,073	2,078	2,251	2,164	2,205	2,185	2,187	2,177
7	1,141	1,036	1,115	1,148	1,135	1,164	1,072	1,035	1,140	1,037	1,102
8	0,024	0,029	0,030	0,030	0,030	0,029	0,026	0,027	0,026	0,023	0,028

PÊNULO DE VANTE												
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	GERAL											MÉDIA
Inicial	0,026	0,027	0,030	0,030	0,024	0,022	0,027	0,027	0,023	0,027	0,026	0,026
1	1,140	1,161	1,118	1,037	1,066	1,058	1,042	1,071	1,096	1,108	1,090	1,090
2	2,036	2,130	2,048	2,104	2,065	2,244	2,176	2,138	2,235	2,090	2,127	2,127
3	1,047	1,096	1,059	1,071	1,062	1,080	1,147	1,102	1,112	1,084	1,086	1,086
4	0,026	0,031	0,028	0,026	0,028	0,026	0,023	0,029	0,028	0,031	0,028	0,028
5	1,135	1,164	1,165	1,163	1,043	1,063	1,152	1,094	1,117	1,045	1,114	1,114
6	2,069	2,244	2,082	2,070	2,141	2,169	2,060	2,100	2,146	2,219	2,130	2,130
7	1,081	1,078	1,101	1,039	1,139	1,080	1,116	1,031	1,041	1,059	1,076	1,076
8	0,023	0,027	0,028	0,025	0,027	0,025	0,025	0,027	0,023	0,030	0,026	0,026

TUBO "U" DE RÉ												
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)											
	GERAL											MÉDIA
Inicial	0,029	0,029	0,026	0,024	0,030	0,027	0,025	0,023	0,027	0,025	0,027	0,027
1	1,062	1,090	1,140	1,151	1,059	1,061	1,046	1,155	1,064	1,037	1,087	1,087
2	2,201	2,132	2,186	2,199	2,054	2,071	2,063	2,179	2,044	2,144	2,127	2,127
3	1,033	1,147	1,160	1,048	1,081	1,113	1,087	1,155	1,103	1,154	1,108	1,108
4	0,023	0,030	0,028	0,023	0,026	0,024	0,025	0,024	0,029	0,030	0,026	0,026
5	1,147	1,167	1,041	1,158	1,109	1,031	1,031	1,165	1,113	1,041	1,100	1,100
6	2,149	2,042	2,071	2,080	2,258	2,095	2,033	2,058	2,257	2,235	2,128	2,128
7	1,147	1,158	1,079	1,144	1,093	1,149	1,071	1,161	1,169	1,101	1,127	1,127
8	0,026	0,029	0,026	0,027	0,027	0,028	0,027	0,027	0,025	0,024	0,027	0,027

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,024	0,026	0,029	0,023	0,026	0,026	0,030	0,027	0,027	0,026	0,026
1	1,060	1,159	1,088	1,120	1,147	1,155	1,097	1,127	1,063	1,104	1,112
2	2,258	2,139	2,212	2,068	2,136	2,166	2,053	2,250	2,076	2,151	2,151
3	1,102	1,053	1,078	1,149	1,075	1,063	1,049	1,137	1,112	1,123	1,094
4	0,024	0,030	0,030	0,024	0,030	0,022	0,024	0,030	0,025	0,023	0,026
5	1,043	1,054	1,061	1,157	1,092	1,084	1,031	1,136	1,122	1,043	1,082
6	2,041	2,101	2,166	2,048	2,136	2,221	2,089	2,091	2,217	2,190	2,130
7	1,033	1,109	1,036	1,077	1,065	1,084	1,109	1,045	1,104	1,050	1,071
8	0,024	0,026	0,027	0,027	0,026	0,027	0,025	0,031	0,027	0,030	0,027

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				24			
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	15/06/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:15		

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,034	0,039	0,035	0,032	0,039	0,032	0,041	0,038	0,036	0,032	0,036
1	1,062	1,087	1,062	1,034	1,052	1,129	1,012	1,009	1,126	1,002	1,057
2	2,011	2,147	2,137	2,000	2,142	2,013	2,139	2,078	2,101	2,146	2,091
3	1,013	1,042	1,012	1,061	1,057	1,070	1,084	1,032	1,127	1,047	1,055
4	0,036	0,038	0,042	0,038	0,034	0,033	0,036	0,040	0,041	0,033	0,037
5	1,099	1,120	1,078	1,040	1,021	1,004	1,059	1,108	1,009	1,013	1,055
6	2,010	2,137	2,011	2,034	2,111	2,057	2,018	2,115	2,090	2,146	2,073
7	1,049	1,014	1,094	1,123	1,027	1,068	1,070	1,082	1,107	1,019	1,065
8	0,035	0,034	0,035	0,037	0,041	0,041	0,040	0,038	0,034	0,039	0,037

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,034	0,041	0,036	0,034	0,039	0,037	0,037	0,032	0,032	0,037	0,036
1	1,093	1,056	1,128	1,023	1,052	1,122	1,085	1,105	1,072	1,073	1,081
2	2,145	2,053	2,109	2,068	2,155	2,075	2,104	2,142	2,033	2,068	2,095
3	1,109	1,035	1,086	1,076	1,063	1,074	1,126	1,115	1,097	1,081	1,086
4	0,037	0,032	0,039	0,034	0,033	0,033	0,032	0,031	0,040	0,035	0,035
5	1,077	1,009	1,033	1,114	1,095	1,010	1,079	1,103	1,086	1,021	1,063
6	2,062	2,047	2,151	2,045	2,157	2,065	2,062	2,101	2,110	2,062	2,086
7	1,038	1,082	1,108	1,028	1,106	1,084	1,051	1,125	1,080	1,120	1,082
8	0,035	0,035	0,038	0,038	0,039	0,040	0,035	0,033	0,032	0,034	0,036

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,035	0,036	0,041	0,039	0,041	0,039	0,033	0,032	0,035	0,040	0,037
1	1,119	1,074	1,101	1,039	1,059	1,103	1,063	1,112	1,126	1,104	1,090
2	2,089	2,028	2,007	2,052	2,134	2,152	2,000	2,139	2,140	2,058	2,080
3	1,010	1,061	1,083	1,077	1,079	1,032	1,014	1,098	1,031	1,057	1,054
4	0,039	0,039	0,032	0,040	0,035	0,033	0,038	0,040	0,036	0,032	0,037
5	1,029	1,070	1,029	1,106	1,036	1,072	1,029	1,097	1,017	1,007	1,049
6	2,154	2,046	1,985	2,157	2,028	2,060	2,028	2,049	2,102	2,081	2,069
7	1,002	1,069	1,057	1,012	1,032	1,009	1,101	1,058	1,114	1,094	1,055
8	0,041	0,032	0,034	0,032	0,032	0,040	0,034	0,041	0,038	0,031	0,036

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,037	0,041	0,035	0,041	0,039	0,035	0,039	0,037	0,038	0,039	0,038
1	1,050	1,060	1,022	1,008	1,109	1,045	1,084	1,095	1,079	1,080	1,063
2	2,046	2,115	2,012	1,985	2,094	2,063	2,020	2,011	2,062	2,137	2,054
3	1,049	1,128	1,122	1,069	1,007	1,105	1,023	1,102	1,039	1,044	1,069
4	0,031	0,041	0,035	0,038	0,033	0,041	0,035	0,039	0,039	0,036	0,037
5	1,030	1,029	1,018	1,024	1,091	1,073	1,097	1,033	1,010	1,055	1,046
6	2,151	2,042	2,084	2,008	2,035	2,020	2,050	1,992	1,988	1,986	2,036
7	1,102	1,063	1,070	1,029	1,054	1,015	1,099	1,040	1,003	1,051	1,053
8	0,037	0,037	0,037	0,041	0,039	0,035	0,035	0,033	0,039	0,041	0,037

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,033	0,038	0,033	0,034	0,035	0,036	0,032	0,040	0,040	0,034	0,036
1	1,023	1,112	1,088	1,063	1,088	1,078	1,066	1,045	1,039	1,097	1,070
2	2,099	2,066	2,019	2,114	2,078	2,119	2,140	2,010	2,093	2,152	2,089
3	1,092	1,070	1,093	1,094	1,002	1,103	1,088	1,058	1,107	1,078	1,079
4	0,031	0,032	0,033	0,036	0,041	0,034	0,037	0,039	0,034	0,040	0,036
5	1,056	1,063	1,089	1,081	1,026	1,051	1,124	1,087	1,106	1,018	1,070
6	2,060	2,013	2,058	2,115	2,091	2,012	2,150	2,014	2,000	2,094	2,061
7	1,096	1,054	1,095	1,079	1,003	1,119	1,093	1,017	1,081	1,053	1,069
8	0,039	0,035	0,036	0,036	0,033	0,033	0,038	0,041	0,037	0,041	0,037

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,037	0,037	0,036	0,040	0,034	0,041	0,041	0,035	0,041	0,039	0,038
1	1,074	1,096	1,088	1,049	1,049	1,017	1,026	1,113	1,129	1,113	1,075
2	2,041	2,023	2,143	2,097	2,079	2,104	2,002	2,052	1,988	2,128	2,066
3	1,061	1,042	1,032	1,012	1,057	1,104	1,098	1,123	1,038	1,017	1,058
4	0,041	0,035	0,036	0,031	0,036	0,034	0,036	0,038	0,032	0,039	0,036
5	1,065	1,118	1,037	1,122	1,120	1,042	1,019	1,077	1,020	1,055	1,068
6	2,132	2,053	2,041	2,049	2,021	2,101	2,141	2,011	2,004	2,081	2,063
7	1,019	1,008	1,046	1,110	1,033	1,026	1,011	1,072	1,047	1,024	1,040
8	0,033	0,037	0,038	0,040	0,040	0,038	0,040	0,032	0,038	0,036	0,037

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			25		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	20/06/2018	HORA DO TESTE:	07:30 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,017	0,020	0,018	0,018	0,021	0,018	0,017	0,018	0,019	0,021	0,019
1	1,039	1,083	1,014	1,049	1,057	1,023	0,964	1,019	1,010	1,010	1,027
2	1,995	1,973	1,995	2,065	2,085	2,005	2,054	2,074	2,088	1,956	2,029
3	1,058	0,996	1,036	1,058	1,076	1,087	1,037	1,050	1,039	1,001	1,044
4	0,020	0,021	0,017	0,017	0,018	0,019	0,021	0,016	0,018	0,021	0,019
5	1,000	1,007	0,977	0,998	0,965	0,979	1,053	1,000	0,974	1,049	1,000
6	2,043	2,087	2,065	2,111	1,950	2,121	2,025	2,069	1,993	2,017	2,048
7	1,029	1,055	0,970	1,060	0,970	1,035	0,994	0,990	1,043	1,021	1,017
8	0,018	0,017	0,019	0,017	0,021	0,018	0,016	0,020	0,018	0,017	0,018

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,016	0,020	0,020	0,019	0,019	0,020	0,018	0,020	0,019	0,020	0,019
1	1,071	1,065	1,002	0,985	1,078	1,065	0,963	0,998	1,066	1,033	1,033
2	2,106	2,000	2,015	2,013	2,010	2,067	2,115	2,056	2,007	2,091	2,048
3	1,059	1,027	1,007	0,993	1,023	1,018	1,072	0,997	0,974	1,053	1,022
4	0,016	0,018	0,019	0,021	0,021	0,017	0,020	0,017	0,019	0,021	0,019
5	1,087	1,077	1,007	1,008	1,031	0,970	1,078	1,066	0,994	1,066	1,038
6	1,986	2,041	1,955	2,047	2,024	2,096	2,015	1,990	2,083	2,116	2,035
7	1,085	1,010	1,021	0,983	1,081	0,987	0,969	0,987	1,003	1,022	1,015
8	0,019	0,018	0,017	0,017	0,020	0,020	0,018	0,021	0,018	0,020	0,019

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,017	0,018	0,018	0,020	0,017	0,017	0,016	0,018	0,017	0,020	0,018
1	1,051	1,016	1,056	0,990	1,066	1,090	0,965	0,970	0,993	1,058	1,026
2	2,023	2,065	1,989	1,965	2,127	2,088	2,030	2,054	2,091	1,983	2,042
3	1,001	1,064	1,010	0,997	0,991	0,960	1,035	1,040	1,029	1,008	1,014
4	0,018	0,019	0,017	0,017	0,021	0,017	0,018	0,020	0,021	0,020	0,019
5	1,082	0,989	0,990	1,090	1,016	0,986	1,008	1,067	1,040	0,973	1,024
6	2,064	2,102	2,047	2,127	1,951	2,106	2,067	1,972	2,028	2,130	2,059
7	0,993	0,983	1,004	1,081	1,020	1,056	1,054	1,068	1,083	1,016	1,036
8	0,020	0,021	0,017	0,019	0,020	0,019	0,020	0,016	0,018	0,017	0,019

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,017	0,020	0,017	0,019	0,021	0,017	0,019	0,017	0,018	0,017	0,018
1	1,029	1,041	1,055	1,053	1,018	1,036	1,061	1,043	0,964	1,084	1,038
2	2,128	2,030	1,979	1,986	2,021	1,963	1,992	2,077	2,032	1,964	2,017
3	1,033	1,064	1,016	1,006	1,032	1,030	1,084	1,066	1,057	1,046	1,043
4	0,019	0,019	0,018	0,018	0,017	0,021	0,021	0,018	0,021	0,019	0,019
5	0,995	0,996	0,992	1,035	1,066	1,052	0,967	1,024	1,019	1,054	1,020
6	2,127	2,026	2,089	2,089	2,072	1,981	2,029	1,994	2,040	2,118	2,057
7	0,993	1,010	1,077	0,975	0,993	1,043	1,014	0,981	1,085	1,055	1,022
8	0,019	0,017	0,021	0,018	0,021	0,021	0,017	0,019	0,018	0,020	0,019

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,020	0,020	0,019	0,017	0,019	0,020	0,021	0,017	0,017	0,019	0,019
1	1,076	1,036	0,974	1,059	1,071	1,029	0,977	1,021	0,998	1,043	1,028
2	2,068	1,962	2,072	2,109	2,013	2,056	2,000	2,076	2,064	1,980	2,040
3	1,040	1,020	1,049	1,030	0,985	0,997	1,039	1,032	0,989	0,998	1,018
4	0,020	0,016	0,019	0,017	0,016	0,020	0,020	0,019	0,018	0,017	0,018
5	1,054	1,065	1,030	1,042	1,035	0,988	0,984	1,042	0,976	1,050	1,027
6	2,022	2,051	2,091	2,109	1,980	2,123	2,089	2,047	1,966	1,955	2,043
7	0,979	1,065	1,084	1,065	1,004	1,034	1,077	1,058	0,960	1,044	1,037
8	0,018	0,016	0,018	0,021	0,020	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,016	0,020	0,019	0,017	0,021	0,017	0,020	0,017	0,016	0,020	0,018
1	1,025	1,013	1,032	0,982	1,047	0,976	0,960	1,039	1,047	1,041	1,016
2	2,016	1,998	2,039	1,979	2,065	1,956	2,123	1,977	2,093	1,998	2,024
3	0,986	1,043	1,018	1,034	1,058	1,031	1,028	1,009	1,088	0,994	1,029
4	0,020	0,018	0,020	0,019	0,016	0,017	0,020	0,021	0,020	0,018	0,019
5	1,059	1,039	1,023	1,023	0,991	1,048	1,081	1,056	0,989	1,056	1,037
6	2,091	2,083	1,997	2,112	2,122	2,026	2,116	2,080	2,121	1,954	2,070
7	0,981	0,980	1,080	1,055	1,057	0,963	1,080	0,972	0,982	1,074	1,022
8	0,018	0,017	0,020	0,020	0,021	0,019	0,019	0,017	0,019	0,019	0,019

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				26			
LOCAL DO TESTE:	SÃO LUIS/MA	DATA DO TESTE:	02/07/2018	HORA DO TESTE:	13:30 às 18:00		

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,065	0,054	0,054	0,061	0,056	0,065	0,061	0,062	0,057	0,055	0,059
1	1,302	1,316	1,365	1,316	1,328	1,238	1,333	1,254	1,354	1,359	1,316
2	2,251	2,304	2,139	2,122	2,322	2,250	2,207	2,112	2,306	2,343	2,236
3	1,321	1,264	1,255	1,346	1,312	1,231	1,337	1,298	1,253	1,313	1,293
4	0,066	0,062	0,064	0,065	0,061	0,063	0,061	0,057	0,063	0,053	0,062
5	1,361	1,262	1,289	1,244	1,248	1,265	1,315	1,330	1,267	1,308	1,289
6	2,206	2,201	2,159	2,195	2,275	2,324	2,349	2,222	2,137	2,255	2,232
7	1,276	1,273	1,245	1,286	1,298	1,347	1,323	1,259	1,267	1,332	1,291
8	0,066	0,058	0,063	0,054	0,061	0,053	0,054	0,054	0,054	0,054	0,057

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,052	0,057	0,055	0,053	0,059	0,060	0,056	0,061	0,060	0,059	0,057
1	1,314	1,354	1,336	1,362	1,257	1,337	1,296	1,301	1,295	1,265	1,312
2	2,180	2,120	2,236	2,180	2,251	2,245	2,136	2,240	2,209	2,221	2,202
3	1,277	1,267	1,235	1,317	1,359	1,255	1,264	1,292	1,304	1,326	1,290
4	0,064	0,057	0,056	0,059	0,062	0,055	0,056	0,052	0,055	0,059	0,058
5	1,297	1,323	1,315	1,309	1,352	1,341	1,353	1,249	1,243	1,346	1,313
6	2,118	2,122	2,187	2,254	2,125	2,159	2,336	2,192	2,160	2,288	2,194
7	1,315	1,288	1,291	1,369	1,342	1,269	1,314	1,349	1,267	1,315	1,312
8	0,055	0,061	0,065	0,059	0,062	0,058	0,053	0,064	0,056	0,057	0,059

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,055	0,060	0,061	0,054	0,055	0,063	0,064	0,062	0,061	0,053	0,059
1	1,267	1,360	1,320	1,306	1,236	1,253	1,342	1,367	1,294	1,305	1,305
2	2,144	2,205	2,237	2,202	2,166	2,290	2,236	2,338	2,355	2,244	2,242
3	1,352	1,236	1,322	1,357	1,297	1,243	1,309	1,243	1,364	1,293	1,302
4	0,061	0,058	0,058	0,052	0,057	0,064	0,056	0,065	0,056	0,057	0,058
5	1,357	1,246	1,304	1,293	1,315	1,336	1,236	1,334	1,330	1,243	1,300
6	2,315	2,179	2,143	2,343	2,224	2,185	2,329	2,224	2,117	2,343	2,240
7	1,271	1,296	1,360	1,264	1,295	1,342	1,360	1,315	1,327	1,292	1,312
8	0,065	0,055	0,059	0,053	0,052	0,059	0,054	0,053	0,059	0,054	0,056

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,061	0,053	0,060	0,055	0,063	0,055	0,065	0,060	0,066	0,058	0,060
1	1,249	1,295	1,342	1,345	1,234	1,260	1,356	1,348	1,258	1,291	1,298
2	2,361	2,173	2,309	2,206	2,163	2,327	2,250	2,279	2,266	2,151	2,249
3	1,242	1,251	1,284	1,288	1,244	1,244	1,290	1,235	1,313	1,279	1,267
4	0,065	0,059	0,058	0,064	0,062	0,060	0,061	0,057	0,053	0,054	0,059
5	1,307	1,352	1,254	1,352	1,359	1,308	1,264	1,333	1,280	1,262	1,307
6	2,155	2,147	2,185	2,338	2,127	2,304	2,212	2,166	2,309	2,233	2,217
7	1,365	1,302	1,322	1,286	1,235	1,309	1,276	1,234	1,329	1,299	1,296
8	0,054	0,066	0,061	0,053	0,061	0,061	0,060	0,064	0,056	0,057	0,059

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,065	0,052	0,063	0,054	0,058	0,063	0,062	0,064	0,060	0,056	0,060
1	1,256	1,269	1,339	1,266	1,234	1,284	1,286	1,341	1,356	1,270	1,290
2	2,347	2,136	2,110	2,294	2,295	2,176	2,292	2,321	2,209	2,193	2,237
3	1,237	1,359	1,319	1,268	1,241	1,343	1,338	1,288	1,284	1,339	1,302
4	0,062	0,061	0,056	0,062	0,053	0,054	0,061	0,062	0,064	0,060	0,059
5	1,248	1,243	1,253	1,302	1,262	1,295	1,292	1,232	1,270	1,236	1,263
6	2,268	2,180	2,169	2,220	2,170	2,361	2,188	2,289	2,111	2,276	2,223
7	1,327	1,357	1,310	1,256	1,325	1,261	1,238	1,258	1,250	1,262	1,284
8	0,064	0,059	0,056	0,065	0,064	0,054	0,064	0,063	0,061	0,063	0,061

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,052	0,052	0,058	0,055	0,062	0,066	0,053	0,052	0,065	0,052	0,057
1	1,253	1,320	1,278	1,331	1,344	1,306	1,233	1,263	1,352	1,237	1,292
2	2,186	2,220	2,304	2,348	2,142	2,148	2,294	2,339	2,297	2,277	2,256
3	1,251	1,286	1,363	1,343	1,311	1,238	1,354	1,286	1,307	1,313	1,305
4	0,056	0,054	0,059	0,058	0,057	0,054	0,062	0,055	0,054	0,063	0,057
5	1,320	1,271	1,252	1,313	1,331	1,270	1,334	1,356	1,287	1,307	1,304
6	2,311	2,135	2,284	2,257	2,183	2,132	2,331	2,206	2,327	2,359	2,253
7	1,274	1,324	1,352	1,367	1,275	1,365	1,305	1,349	1,261	1,293	1,316
8	0,057	0,053	0,064	0,058	0,061	0,056	0,057	0,065	0,059	0,061	0,059

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			27		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	12/07/2018	HORA DO TESTE:	07:30 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,046	0,043	0,039	0,044	0,048	0,043	0,041	0,043	0,050	0,050	0,044
1	1,121	1,106	1,134	1,115	1,185	1,044	1,177	1,143	1,056	1,109	1,119
2	2,102	2,142	2,060	2,141	2,117	2,163	2,220	2,261	2,099	2,094	2,140
3	1,076	1,089	1,090	1,055	1,113	1,072	1,103	1,047	1,179	1,045	1,087
4	0,049	0,042	0,043	0,047	0,048	0,043	0,039	0,043	0,038	0,047	0,044
5	1,150	1,115	1,086	1,170	1,114	1,176	1,104	1,058	1,170	1,050	1,119
6	2,175	2,037	2,093	2,104	2,104	2,159	2,097	2,060	2,195	2,129	2,115
7	1,101	1,042	1,164	1,054	1,181	1,116	1,073	1,117	1,056	1,084	1,099
8	0,039	0,042	0,039	0,049	0,039	0,038	0,046	0,045	0,040	0,049	0,043

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,042	0,046	0,041	0,050	0,049	0,045	0,046	0,044	0,042	0,044	0,045
1	1,041	1,129	1,128	1,052	1,107	1,184	1,184	1,178	1,172	1,158	1,133
2	2,248	2,129	2,255	2,035	2,099	2,218	2,056	2,084	2,143	2,073	2,134
3	1,053	1,070	1,183	1,135	1,132	1,175	1,173	1,090	1,141	1,089	1,124
4	0,039	0,045	0,048	0,048	0,047	0,038	0,049	0,050	0,039	0,048	0,045
5	1,063	1,145	1,115	1,105	1,103	1,172	1,156	1,083	1,088	1,188	1,122
6	2,058	2,201	2,195	2,254	2,214	2,182	2,078	2,053	2,090	2,189	2,151
7	1,105	1,087	1,174	1,092	1,156	1,048	1,086	1,161	1,087	1,057	1,105
8	0,049	0,049	0,046	0,043	0,046	0,043	0,049	0,045	0,047	0,043	0,046

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,043	0,049	0,045	0,039	0,050	0,044	0,050	0,046	0,048	0,040	0,045
1	1,063	1,187	1,105	1,069	1,050	1,113	1,130	1,103	1,177	1,101	1,110
2	2,062	2,170	2,207	2,167	2,226	2,109	2,049	2,263	2,067	2,176	2,150
3	1,157	1,123	1,084	1,058	1,160	1,090	1,113	1,133	1,097	1,087	1,110
4	0,043	0,045	0,049	0,049	0,047	0,046	0,043	0,039	0,039	0,043	0,044
5	1,118	1,080	1,085	1,132	1,156	1,184	1,107	1,102	1,080	1,160	1,120
6	2,234	2,149	2,197	2,229	2,154	2,115	2,066	2,053	2,123	2,233	2,155
7	1,053	1,110	1,047	1,186	1,082	1,099	1,117	1,116	1,048	1,062	1,092
8	0,044	0,038	0,040	0,046	0,041	0,043	0,050	0,044	0,050	0,045	0,044

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,046	0,042	0,045	0,046	0,048	0,039	0,044	0,046	0,038	0,049	0,044
1	1,099	1,096	1,074	1,177	1,097	1,080	1,162	1,051	1,168	1,138	1,114
2	2,154	2,031	2,051	2,039	2,226	2,042	2,098	2,148	2,149	2,254	2,119
3	1,050	1,090	1,104	1,169	1,043	1,062	1,072	1,170	1,094	1,143	1,100
4	0,046	0,047	0,040	0,046	0,040	0,038	0,042	0,041	0,042	0,045	0,043
5	1,140	1,122	1,122	1,042	1,133	1,170	1,189	1,116	1,162	1,143	1,134
6	2,257	2,097	2,124	2,228	2,207	2,039	2,092	2,262	2,066	2,127	2,150
7	1,105	1,118	1,104	1,077	1,067	1,170	1,074	1,169	1,065	1,082	1,103
8	0,048	0,042	0,041	0,048	0,043	0,048	0,048	0,041	0,048	0,047	0,045

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,044	0,043	0,044	0,050	0,039	0,044	0,046	0,046	0,041	0,050	0,045
1	1,125	1,047	1,049	1,175	1,074	1,086	1,177	1,140	1,141	1,183	1,120
2	2,121	2,052	2,039	2,156	2,256	2,163	2,109	2,042	2,162	2,074	2,117
3	1,085	1,142	1,082	1,120	1,089	1,080	1,079	1,146	1,171	1,047	1,104
4	0,041	0,045	0,046	0,045	0,043	0,043	0,043	0,049	0,043	0,043	0,044
5	1,103	1,065	1,188	1,187	1,167	1,153	1,123	1,065	1,155	1,149	1,135
6	2,215	2,044	2,219	2,086	2,125	2,078	2,189	2,044	2,111	2,234	2,135
7	1,164	1,119	1,067	1,151	1,160	1,075	1,182	1,045	1,144	1,065	1,117
8	0,046	0,049	0,040	0,044	0,043	0,048	0,043	0,047	0,046	0,047	0,045

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,043	0,038	0,046	0,039	0,040	0,048	0,041	0,048	0,042	0,044	0,043
1	1,080	1,062	1,086	1,157	1,043	1,120	1,166	1,146	1,051	1,185	1,110
2	2,117	2,058	2,177	2,264	2,094	2,245	2,133	2,167	2,115	2,172	2,154
3	1,142	1,121	1,149	1,073	1,168	1,105	1,058	1,125	1,134	1,165	1,124
4	0,047	0,042	0,043	0,043	0,045	0,043	0,050	0,050	0,043	0,039	0,045
5	1,115	1,152	1,148	1,080	1,170	1,080	1,188	1,176	1,109	1,108	1,132
6	2,039	2,226	2,187	2,136	2,047	2,269	2,216	2,134	2,040	2,066	2,136
7	1,046	1,078	1,143	1,071	1,041	1,159	1,135	1,182	1,068	1,161	1,108
8	0,039	0,048	0,047	0,042	0,048	0,041	0,041	0,040	0,041	0,042	0,043

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				28			
LOCAL DO TESTE:	MACAPÁ/AP	DATA DO TESTE:	16/07/2018	HORA DO TESTE:	15:00 às 17:40		

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,102	0,100	0,104	0,104	0,111	0,102	0,104	0,102	0,109	0,108	0,105
1	1,533	1,556	1,445	1,641	1,542	1,626	1,637	1,443	1,657	1,557	1,564
2	2,861	2,949	2,933	2,908	2,917	2,983	2,972	2,873	2,896	3,055	2,935
3	1,634	1,555	1,646	1,586	1,466	1,447	1,515	1,600	1,599	1,466	1,551
4	0,110	0,108	0,101	0,101	0,106	0,105	0,109	0,108	0,111	0,102	0,106
5	1,607	1,501	1,585	1,471	1,524	1,571	1,506	1,456	1,658	1,496	1,538
6	3,043	2,990	2,878	3,031	2,912	3,020	2,956	2,973	2,875	3,009	2,969
7	1,527	1,630	1,551	1,612	1,568	1,531	1,635	1,637	1,616	1,536	1,585
8	0,111	0,101	0,107	0,104	0,109	0,108	0,100	0,105	0,102	0,105	0,105

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,110	0,103	0,103	0,111	0,103	0,103	0,104	0,100	0,109	0,107	0,105
1	1,600	1,648	1,654	1,511	1,458	1,574	1,657	1,628	1,639	1,471	1,584
2	2,949	2,872	2,868	2,968	3,030	2,971	2,899	2,862	3,030	2,921	2,937
3	1,565	1,496	1,623	1,457	1,603	1,642	1,512	1,466	1,605	1,494	1,546
4	0,101	0,111	0,103	0,101	0,109	0,111	0,104	0,110	0,105	0,106	0,106
5	1,616	1,537	1,632	1,493	1,595	1,452	1,441	1,519	1,603	1,452	1,534
6	2,911	2,995	2,991	2,922	2,974	2,893	2,925	2,987	2,983	2,889	2,947
7	1,571	1,586	1,595	1,444	1,468	1,589	1,556	1,540	1,465	1,520	1,533
8	0,103	0,107	0,109	0,106	0,110	0,110	0,108	0,105	0,103	0,104	0,106

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										
Inicial	0,111	0,111	0,105	0,110	0,103	0,101	0,106	0,109	0,107	0,108	0,107
1	1,565	1,442	1,482	1,484	1,484	1,562	1,627	1,447	1,514	1,566	1,517
2	2,942	2,906	2,896	3,023	3,055	2,868	2,990	2,897	2,885	2,991	2,945
3	1,552	1,531	1,593	1,456	1,475	1,513	1,582	1,559	1,499	1,538	1,530
4	0,105	0,101	0,101	0,110	0,110	0,107	0,100	0,102	0,112	0,108	0,106
5	1,545	1,615	1,586	1,452	1,443	1,444	1,470	1,586	1,602	1,462	1,521
6	3,011	3,033	2,976	2,956	2,924	2,903	2,937	2,973	2,893	2,994	2,960
7	1,540	1,607	1,573	1,441	1,446	1,513	1,538	1,644	1,455	1,490	1,525
8	0,102	0,101	0,106	0,102	0,111	0,111	0,100	0,110	0,101	0,104	0,105

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,111	0,108	0,103	0,111	0,103	0,105	0,111	0,107	0,109	0,102	0,107
1	1,461	1,504	1,573	1,559	1,566	1,531	1,456	1,477	1,651	1,573	1,535
2	2,951	2,955	2,963	3,026	2,870	2,944	2,884	2,888	3,031	2,927	2,944
3	1,613	1,468	1,581	1,610	1,545	1,540	1,552	1,554	1,590	1,474	1,553
4	0,109	0,101	0,102	0,109	0,102	0,111	0,107	0,111	0,106	0,104	0,106
5	1,655	1,593	1,469	1,442	1,497	1,647	1,605	1,470	1,581	1,587	1,555
6	3,023	2,928	3,037	2,865	3,020	2,927	2,970	2,956	3,043	2,878	2,965
7	1,454	1,634	1,502	1,625	1,492	1,569	1,480	1,506	1,489	1,625	1,538
8	0,101	0,103	0,108	0,112	0,109	0,109	0,105	0,110	0,112	0,108	0,108

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,101	0,107	0,105	0,111	0,104	0,112	0,107	0,109	0,103	0,106	0,107
1	1,467	1,500	1,650	1,523	1,625	1,638	1,538	1,583	1,632	1,517	1,567
2	2,944	2,973	3,001	3,055	2,960	3,024	3,023	3,019	2,960	2,914	2,987
3	1,445	1,622	1,612	1,514	1,652	1,632	1,536	1,570	1,578	1,473	1,563
4	0,110	0,111	0,103	0,103	0,102	0,111	0,111	0,109	0,108	0,106	0,108
5	1,546	1,653	1,580	1,614	1,480	1,460	1,542	1,532	1,576	1,519	1,550
6	2,943	2,947	3,049	2,943	3,014	2,984	3,016	2,962	2,987	2,877	2,972
7	1,444	1,512	1,459	1,524	1,558	1,457	1,463	1,655	1,463	1,490	1,502
8	0,108	0,101	0,108	0,110	0,105	0,103	0,105	0,103	0,102	0,104	0,105

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,106	0,103	0,105	0,106	0,103	0,111	0,111	0,101	0,107	0,109	0,106
1	1,532	1,505	1,654	1,560	1,655	1,546	1,441	1,586	1,485	1,658	1,562
2	2,940	2,873	3,035	2,981	3,007	2,908	3,036	2,876	2,977	3,022	2,965
3	1,450	1,533	1,473	1,627	1,639	1,625	1,636	1,580	1,566	1,616	1,574
4	0,105	0,108	0,103	0,112	0,106	0,104	0,100	0,111	0,100	0,110	0,106
5	1,462	1,611	1,652	1,618	1,636	1,604	1,597	1,522	1,635	1,629	1,596
6	3,037	2,915	2,868	3,045	2,949	2,886	2,931	3,020	3,040	2,905	2,960
7	1,614	1,574	1,530	1,621	1,459	1,491	1,440	1,483	1,548	1,592	1,535
8	0,110	0,109	0,109	0,106	0,111	0,109	0,108	0,108	0,110	0,101	0,108

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			29		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	20/07/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 11:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,089	0,089	0,086	0,082	0,087	0,089	0,082	0,084	0,084	0,084	0,086
1	1,423	1,481	1,501	1,466	1,423	1,409	1,481	1,376	1,432	1,440	1,443
2	2,888	2,944	2,937	2,833	2,946	2,814	2,952	2,926	2,873	2,838	2,895
3	1,372	1,445	1,496	1,413	1,471	1,379	1,423	1,394	1,399	1,408	1,420
4	0,084	0,079	0,085	0,083	0,090	0,086	0,084	0,082	0,082	0,086	0,084
5	1,403	1,496	1,447	1,440	1,404	1,386	1,407	1,471	1,495	1,463	1,441
6	2,867	2,845	2,851	2,741	2,863	2,847	2,834	2,775	2,832	2,885	2,834
7	1,378	1,455	1,378	1,406	1,378	1,423	1,523	1,399	1,510	1,484	1,433
8	0,079	0,081	0,088	0,084	0,090	0,080	0,089	0,078	0,078	0,084	0,083

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,081	0,077	0,082	0,076	0,088	0,089	0,086	0,090	0,077	0,080	0,082
1	1,484	1,523	1,458	1,473	1,464	1,377	1,409	1,499	1,470	1,378	1,454
2	2,957	2,743	2,767	2,926	2,798	2,794	2,874	2,960	2,776	2,946	2,854
3	1,509	1,387	1,529	1,380	1,384	1,480	1,474	1,511	1,519	1,380	1,455
4	0,084	0,088	0,087	0,089	0,085	0,080	0,081	0,077	0,082	0,091	0,084
5	1,502	1,425	1,428	1,411	1,456	1,474	1,476	1,411	1,413	1,414	1,441
6	2,762	2,788	2,742	2,919	2,895	2,817	2,949	2,908	2,763	2,919	2,846
7	1,401	1,473	1,437	1,494	1,376	1,464	1,465	1,515	1,494	1,513	1,463
8	0,079	0,084	0,086	0,081	0,088	0,089	0,079	0,085	0,086	0,080	0,084

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,080	0,089	0,087	0,078	0,078	0,082	0,090	0,079	0,087	0,077	0,083
1	1,478	1,415	1,380	1,375	1,498	1,418	1,421	1,434	1,431	1,517	1,436
2	2,819	2,751	2,963	2,962	2,781	2,801	2,847	2,937	2,902	2,880	2,864
3	1,464	1,426	1,384	1,498	1,439	1,421	1,449	1,410	1,507	1,393	1,439
4	0,079	0,085	0,086	0,080	0,087	0,078	0,087	0,079	0,085	0,090	0,084
5	1,391	1,410	1,472	1,439	1,397	1,480	1,399	1,472	1,394	1,395	1,425
6	2,865	2,809	2,907	2,910	2,785	2,945	2,805	2,871	2,900	2,861	2,866
7	1,457	1,436	1,378	1,428	1,436	1,481	1,501	1,492	1,476	1,397	1,448
8	0,080	0,076	0,081	0,085	0,090	0,081	0,077	0,089	0,079	0,083	0,082

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,085	0,087	0,087	0,084	0,088	0,089	0,083	0,076	0,077	0,085	0,084
1	1,402	1,373	1,521	1,407	1,473	1,450	1,487	1,406	1,391	1,469	1,438
2	2,751	2,773	2,796	2,873	2,749	2,932	2,959	2,803	2,946	2,922	2,850
3	1,443	1,497	1,428	1,422	1,398	1,449	1,501	1,468	1,482	1,497	1,458
4	0,087	0,081	0,084	0,078	0,082	0,087	0,084	0,089	0,081	0,088	0,084
5	1,393	1,503	1,502	1,439	1,423	1,375	1,528	1,393	1,512	1,518	1,458
6	2,886	2,741	2,790	2,928	2,842	2,855	2,881	2,943	2,957	2,952	2,878
7	1,525	1,511	1,508	1,416	1,472	1,384	1,431	1,505	1,503	1,414	1,467
8	0,089	0,090	0,088	0,085	0,083	0,081	0,089	0,082	0,085	0,090	0,086

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,076	0,077	0,090	0,083	0,089	0,090	0,087	0,080	0,077	0,088	0,084
1	1,381	1,506	1,441	1,506	1,407	1,417	1,501	1,429	1,400	1,404	1,439
2	2,819	2,853	2,787	2,783	2,824	2,791	2,901	2,806	2,760	2,754	2,808
3	1,525	1,372	1,411	1,498	1,400	1,378	1,440	1,404	1,468	1,519	1,441
4	0,084	0,084	0,078	0,083	0,076	0,091	0,088	0,089	0,085	0,089	0,084
5	1,445	1,457	1,386	1,502	1,430	1,512	1,418	1,492	1,451	1,377	1,447
6	2,761	2,943	2,851	2,963	2,875	2,813	2,847	2,861	2,749	2,822	2,848
7	1,529	1,390	1,461	1,453	1,403	1,441	1,508	1,430	1,383	1,417	1,441
8	0,081	0,088	0,088	0,090	0,080	0,077	0,083	0,090	0,087	0,090	0,085

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,086	0,082	0,090	0,080	0,089	0,083	0,081	0,077	0,079	0,089	0,084
1	1,470	1,440	1,512	1,475	1,376	1,458	1,415	1,526	1,434	1,413	1,452
2	2,967	2,805	2,875	2,865	2,789	2,909	2,771	2,947	2,832	2,885	2,864
3	1,382	1,446	1,407	1,511	1,384	1,485	1,485	1,520	1,380	1,496	1,449
4	0,077	0,088	0,086	0,090	0,080	0,079	0,091	0,091	0,080	0,078	0,084
5	1,514	1,518	1,401	1,398	1,455	1,466	1,421	1,447	1,495	1,530	1,464
6	2,880	2,874	2,789	2,914	2,843	2,818	2,858	2,784	2,937	2,946	2,864
7	1,393	1,471	1,431	1,480	1,481	1,371	1,488	1,491	1,393	1,486	1,449
8	0,085	0,077	0,085	0,081	0,080	0,086	0,091	0,083	0,085	0,083	0,084

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:				30			
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	25/07/2018	HORA DO TESTE:	14:00 às 17:00		

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,109	0,109	0,110	0,110	0,107	0,114	0,115	0,107	0,107	0,114	0,110
1	1,523	1,629	1,616	1,685	1,604	1,655	1,677	1,582	1,648	1,568	1,619
2	3,111	3,072	2,897	3,081	2,956	3,024	3,012	2,976	3,082	3,075	3,029
3	1,658	1,532	1,701	1,687	1,631	1,599	1,525	1,632	1,609	1,541	1,611
4	0,110	0,105	0,102	0,109	0,106	0,104	0,114	0,107	0,115	0,116	0,109
5	1,528	1,653	1,675	1,615	1,698	1,523	1,684	1,580	1,573	1,661	1,619
6	2,893	2,987	3,111	2,895	3,107	3,027	3,052	2,895	3,090	3,034	3,009
7	1,548	1,530	1,527	1,644	1,664	1,612	1,502	1,628	1,570	1,698	1,592
8	0,114	0,110	0,106	0,107	0,106	0,108	0,115	0,110	0,114	0,112	0,110

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,107	0,114	0,107	0,112	0,108	0,110	0,103	0,116	0,113	0,111	0,110
1	1,600	1,672	1,630	1,650	1,700	1,574	1,705	1,567	1,659	1,637	1,639
2	2,944	2,944	2,995	2,975	3,117	3,090	3,071	2,976	2,958	3,071	3,014
3	1,502	1,545	1,694	1,557	1,558	1,597	1,621	1,604	1,527	1,584	1,579
4	0,103	0,110	0,113	0,106	0,107	0,117	0,114	0,111	0,115	0,108	0,110
5	1,605	1,630	1,634	1,631	1,609	1,536	1,675	1,606	1,618	1,524	1,607
6	3,016	3,009	3,055	3,042	2,946	2,960	3,111	3,085	2,948	3,052	3,023
7	1,537	1,573	1,700	1,518	1,519	1,642	1,554	1,653	1,551	1,556	1,580
8	0,117	0,103	0,111	0,105	0,107	0,107	0,112	0,109	0,109	0,113	0,109

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,104	0,117	0,102	0,107	0,104	0,107	0,104	0,108	0,111	0,116	0,108
1	1,659	1,650	1,654	1,638	1,520	1,501	1,604	1,585	1,675	1,574	1,606
2	3,115	2,995	2,929	3,044	2,975	3,032	3,004	2,997	3,038	2,958	3,009
3	1,674	1,550	1,692	1,527	1,510	1,591	1,649	1,564	1,566	1,654	1,598
4	0,116	0,104	0,106	0,109	0,112	0,111	0,113	0,105	0,102	0,102	0,108
5	1,650	1,633	1,637	1,510	1,563	1,675	1,543	1,639	1,703	1,687	1,624
6	3,018	3,069	2,911	2,937	2,951	3,090	2,980	2,959	2,966	2,994	2,988
7	1,631	1,691	1,549	1,588	1,530	1,541	1,698	1,663	1,542	1,523	1,596
8	0,111	0,105	0,112	0,105	0,114	0,116	0,106	0,107	0,112	0,105	0,109

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,107	0,110	0,113	0,114	0,106	0,116	0,106	0,104	0,106	0,107	0,109
1	1,621	1,604	1,514	1,544	1,514	1,548	1,560	1,559	1,603	1,615	1,568
2	2,916	2,905	2,941	2,958	2,989	3,093	2,939	2,899	2,916	2,928	2,948
3	1,702	1,528	1,595	1,575	1,594	1,694	1,515	1,525	1,556	1,602	1,589
4	0,110	0,105	0,108	0,114	0,117	0,116	0,116	0,112	0,109	0,105	0,111
5	1,686	1,615	1,647	1,608	1,661	1,709	1,634	1,562	1,520	1,543	1,619
6	3,005	2,992	3,003	2,960	2,923	2,984	3,015	3,030	3,078	3,081	3,007
7	1,601	1,600	1,655	1,659	1,528	1,633	1,528	1,600	1,624	1,506	1,593
8	0,115	0,104	0,103	0,114	0,105	0,113	0,108	0,107	0,106	0,106	0,108

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,106	0,105	0,106	0,109	0,102	0,105	0,116	0,115	0,114	0,115	0,109
1	1,635	1,580	1,623	1,557	1,568	1,671	1,599	1,500	1,590	1,673	1,600
2	3,007	2,989	3,027	3,120	3,000	3,117	3,113	2,981	2,944	2,913	3,021
3	1,699	1,537	1,637	1,688	1,645	1,573	1,539	1,663	1,579	1,617	1,618
4	0,112	0,110	0,105	0,112	0,103	0,106	0,106	0,108	0,106	0,107	0,108
5	1,598	1,661	1,653	1,695	1,572	1,502	1,501	1,527	1,517	1,518	1,574
6	3,030	2,936	2,909	2,946	3,080	3,099	2,924	3,028	2,897	3,107	2,995
7	1,644	1,551	1,640	1,540	1,659	1,551	1,596	1,577	1,686	1,632	1,608
8	0,106	0,102	0,106	0,109	0,113	0,102	0,103	0,109	0,111	0,117	0,108

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,105	0,102	0,113	0,105	0,114	0,105	0,108	0,111	0,106	0,109	0,108
1	1,588	1,534	1,626	1,569	1,586	1,585	1,683	1,566	1,703	1,652	1,609
2	2,994	3,061	2,928	3,002	3,044	2,936	3,008	2,993	2,904	3,052	2,992
3	1,579	1,557	1,688	1,523	1,698	1,500	1,657	1,690	1,624	1,581	1,610
4	0,107	0,108	0,110	0,114	0,103	0,113	0,108	0,104	0,105	0,109	0,108
5	1,504	1,678	1,617	1,624	1,500	1,685	1,651	1,591	1,634	1,501	1,599
6	3,094	3,097	2,977	2,953	2,907	3,069	3,037	3,016	2,890	2,929	2,997
7	1,514	1,505	1,650	1,542	1,546	1,678	1,671	1,683	1,564	1,546	1,590
8	0,111	0,116	0,117	0,109	0,109	0,105	0,109	0,111	0,111	0,107	0,111

APÊNDICE VII - MEDIÇÕES DOS ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO POR EMBARCAÇÃO

Nº DA EMBARCAÇÃO:			31		
LOCAL DO TESTE:	BELÉM/PA	DATA DO TESTE:	28/07/2018	HORA DO TESTE:	08:00 às 12:00

INCLINÔMETRO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										MÉDIA
	GERAL										
Inicial	0,023	0,021	0,022	0,016	0,016	0,018	0,026	0,021	0,021	0,020	0,020
1	1,106	1,266	1,305	1,272	1,140	1,170	1,204	1,117	1,120	1,283	1,198
2	2,356	2,328	2,200	2,380	2,321	2,237	2,242	2,306	2,205	2,340	2,292
3	1,203	1,264	1,299	1,192	1,144	1,271	1,225	1,286	1,156	1,202	1,224
4	0,022	0,025	0,022	0,024	0,020	0,021	0,017	0,022	0,021	0,016	0,021
5	1,260	1,128	1,121	1,301	1,129	1,183	1,211	1,216	1,224	1,271	1,205
6	2,224	2,342	2,342	2,286	2,370	2,345	2,334	2,215	2,209	2,338	2,300
7	1,276	1,191	1,200	1,309	1,249	1,198	1,279	1,286	1,306	1,206	1,250
8	0,025	0,026	0,022	0,018	0,020	0,022	0,025	0,019	0,026	0,022	0,022

INCLINÔMETRO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,025	0,026	0,025	0,025	0,016	0,018	0,017	0,025	0,023	0,018	0,022
1	1,267	1,242	1,182	1,105	1,268	1,268	1,180	1,209	1,290	1,193	1,220
2	2,347	2,286	2,324	2,355	2,350	2,380	2,302	2,232	2,216	2,245	2,304
3	1,103	1,296	1,292	1,107	1,289	1,220	1,200	1,133	1,243	1,302	1,218
4	0,024	0,021	0,021	0,016	0,021	0,023	0,022	0,022	0,022	0,019	0,021
5	1,139	1,153	1,178	1,258	1,201	1,158	1,160	1,253	1,201	1,215	1,192
6	2,227	2,253	2,329	2,296	2,356	2,367	2,353	2,307	2,329	2,210	2,303
7	1,102	1,306	1,198	1,263	1,233	1,284	1,224	1,103	1,206	1,104	1,202
8	0,027	0,026	0,027	0,025	0,027	0,018	0,024	0,021	0,017	0,024	0,024

PÊNULO DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,019	0,020	0,017	0,024	0,019	0,021	0,025	0,017	0,020	0,016	0,020
1	1,212	1,172	1,100	1,299	1,143	1,105	1,164	1,257	1,307	1,251	1,201
2	2,268	2,346	2,376	2,341	2,291	2,300	2,344	2,209	2,330	2,265	2,307
3	1,301	1,131	1,217	1,294	1,179	1,291	1,196	1,176	1,148	1,287	1,222
4	0,026	0,023	0,018	0,020	0,025	0,023	0,026	0,017	0,020	0,024	0,022
5	1,256	1,133	1,152	1,105	1,228	1,123	1,144	1,141	1,191	1,249	1,172
6	2,286	2,274	2,345	2,341	2,223	2,323	2,268	2,201	2,304	2,355	2,292
7	1,227	1,213	1,234	1,114	1,179	1,285	1,122	1,271	1,289	1,140	1,207
8	0,022	0,018	0,024	0,021	0,022	0,021	0,023	0,023	0,020	0,018	0,021

PÊNULO DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,019	0,020	0,021	0,017	0,021	0,027	0,024	0,018	0,019	0,024	0,021
1	1,153	1,128	1,267	1,241	1,182	1,148	1,213	1,156	1,285	1,154	1,193
2	2,327	2,208	2,328	2,222	2,267	2,262	2,293	2,282	2,260	2,345	2,279
3	1,250	1,155	1,240	1,254	1,148	1,148	1,278	1,282	1,178	1,118	1,205
4	0,027	0,019	0,022	0,026	0,018	0,018	0,027	0,026	0,017	0,016	0,022
5	1,242	1,190	1,240	1,190	1,185	1,174	1,184	1,262	1,206	1,171	1,204
6	2,357	2,258	2,378	2,201	2,372	2,353	2,281	2,210	2,345	2,234	2,299
7	1,241	1,188	1,279	1,247	1,205	1,278	1,174	1,112	1,248	1,222	1,220
8	0,019	0,022	0,019	0,019	0,018	0,024	0,021	0,017	0,026	0,021	0,021

TUBO "U" DE RÉ											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,019	0,025	0,026	0,020	0,016	0,026	0,021	0,022	0,018	0,025	0,022
1	1,193	1,297	1,102	1,159	1,129	1,197	1,142	1,144	1,258	1,264	1,189
2	2,329	2,309	2,206	2,221	2,299	2,253	2,370	2,295	2,376	2,334	2,299
3	1,242	1,169	1,136	1,116	1,155	1,102	1,259	1,245	1,185	1,248	1,186
4	0,020	0,026	0,025	0,021	0,022	0,026	0,025	0,019	0,025	0,025	0,023
5	1,258	1,136	1,164	1,285	1,153	1,194	1,201	1,185	1,223	1,274	1,207
6	2,247	2,288	2,311	2,207	2,365	2,306	2,261	2,376	2,328	2,274	2,296
7	1,279	1,242	1,109	1,273	1,293	1,220	1,186	1,153	1,299	1,129	1,218
8	0,016	0,021	0,019	0,021	0,019	0,024	0,023	0,022	0,023	0,024	0,021

TUBO "U" DE VANTE											
MOVIMENTO	ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO (°)										
	GERAL										MÉDIA
Inicial	0,026	0,026	0,022	0,018	0,017	0,022	0,026	0,023	0,022	0,025	0,023
1	1,301	1,200	1,172	1,264	1,102	1,238	1,170	1,125	1,225	1,139	1,194
2	2,299	2,324	2,341	2,331	2,265	2,346	2,268	2,377	2,206	2,301	2,306
3	1,186	1,229	1,257	1,145	1,153	1,270	1,157	1,162	1,179	1,110	1,185
4	0,019	0,024	0,016	0,024	0,017	0,020	0,024	0,020	0,017	0,022	0,021
5	1,170	1,244	1,165	1,123	1,266	1,204	1,164	1,259	1,297	1,152	1,204
6	2,233	2,326	2,261	2,378	2,332	2,297	2,238	2,315	2,314	2,253	2,295
7	1,302	1,248	1,210	1,159	1,255	1,146	1,180	1,213	1,140	1,161	1,201
8	0,018	0,026	0,018	0,022	0,022	0,020	0,027	0,023	0,026	0,018	0,022