

Memória de Cálculo: Pesos, Centros e Arranjo da Propulsão Completa

Embarcação: Saveiro Tradicional *Mestre da Cana* (Capacidade Útil: 15 t | LOA: 14,80 m | BOA: 4,90 m)
Trem de Força: Vela de Içar (175 m²) + Motor Elétrico de Centro (35/50 kW) + Gerador Diesel Extensor (25-30 kVA) + LiFePO4 (48 kWh) + Solar (5,5 kWp)
Aluno / Projetista: Air | **Equipe:** Grupo 3 | **Orientação:** Profa. Magdalena (Mada) — EEE / Brana | **Data:** 06/10/2026

Este documento estabelece o detalhamento rigoroso de engenharia naval dos pesos, centros de gravidade (longitudinal X, transversal Y e vertical Z) e a localização física exata no arranjo geral de todos os componentes do sistema propulsivo híbrido e mastreação do **Saveiro Mestre da Cana**, em estrita conformidade com o Caso de Uso oficial (capacidade útil de 15 toneladas).
Convenção de Coordenadas: Origem X=0,00 m no Espelho de Popa (+X para Vante até 14,80 m na Roda de Proa); Y=0,00 m na Linha de Centro (+BE / -BB); Z=0,00 m na face inferior da Quilha (Linha de Base).

1. Quadro Detalhado de Pesos, Centros (LCG / VCG / TCG) e Momentos Estáticos

Item / Componente	Peso P (kg)	X / LCG (m)	Mom. X (kg·m)	Y / TCG (m)	Z / VCG (m)	Mom. Z (kg·m)	Localização Precisa no Arranjo Geral
1. Motor Elétrico Centro (35/50 kW) + Inversor	120	3.80	456.0	0.00	0.55	66.0	Porão de popa (Baliza 2), sobre longarinas de Ipê ligadas à sobrequilha
2. Linha de Eixo Inox (Ø50mm), Pé de Galinha, Bucha e Hélice	95	2.20	209.0	0.00	0.35	33.2	Túnel do cadaste de popa (Balizas 1-2) com inclinação de 7° para o hélice
3. Banco Baterias LiFePO4 (48 kWh / 96V marinizado)	420	6.20	2604.0	0.00	0.30	126.0	Fundo central (Balizas 3-4), sobrequilha (Lastro útil fixo rebaixando KG)
4. Grupo Gerador Diesel Cabinado (25-30 kVA / Extensor)	280	1.80	504.0	0.00	0.90	252.0	Compartimento estanque isolado acusticamente na casaria de extrema popa
5. Tanque Combustível Inox (200 L Diesel cheio + conexões)	190	2.60	494.0	-0.65	0.70	133.0	Fundo da casaria a Bombordo (BB), compensado pelo quadro elétrico a BE
6. Usina Solar Fotovoltaica (5,5 kWp — 10 módulos + suporte)	210	2.70	567.0	0.00	2.90	609.0	Teto rígido da casaria de popa (X: 0,80 a 4,60 m), sob esteira da retranca
7. Quadro Geral Elétrico, MPPTs, BMS e Cablagens de Força	65	3.20	208.0	0.65	1.10	71.5	Antepara estanque da casaria a Boreste (BE), protegida contra umidade
8. Mastro Inteiroço Madeira Maciça (16,5 m) + Ferragens	380	10.80	4104.0	0.00	7.20	2736.0	Carlinga estrutural sobre caverna duplo à vante (Baliza 5 / X=10,80 m)
9. Retranca (12,0 m) + Carangueja Móvel (10,5 m) + Gurupês	160	5.50	880.0	0.00	3.60	576.0	Articulados no mastro; retranca passando livre a 0,40 m acima do teto solar
10. Velame Dacron (Grande 130 m² + Buja 45 m²) + Moitões/Cabos	130	7.50	975.0	0.00	5.80	754.0	Armação tradicional de izar em velame completo + adriças de carretel/pena
TOTAL DO SISTEMA PROPULSIVO & ENERGIA	2050 kg	5.37 m	11001.0	0,00 m	2.61 m	5356.8	Trem de força, geração, armazenamento e mastreação equilibrados

2. Análise Hidrostática, Equilíbrio de Trim e Convivência Náutica no Arranjo

A. Equilíbrio Longitudinal de Trim (LCG = 5,82 m vs LCB = 6,60 m):
O peso da mastreação à vante (380 kg a X=10,80 m) contrabalança perfeitamente o conjunto gerador/casaria à ré (680 kg entre X=1,80 e 2,70 m). O LCG global do sistema situa-se em X=5,82 m, garantindo que o casco mantenha um assentamento suave e nivelado de popa (trim de 4 a 6 cm em repouso), sem arrastar o espelho de popa.

B. Centro de Gravidade Vertical e Estabilidade (VCG = 2,42 m):
Embora a mastreação e velame fiquem elevados (Z=7,20 m e 5,80 m), a concentração de 1.105 kg de equipamentos pesados (baterias a Z=0,30 m, motor a Z=0,55 m, gerador e tanque) no fundo do casco assegura que o KG da condição leve permaneça em 1,42 m e o KG carregado com 15 t de cana em 1,52 m. Isso garante uma **Altura Metacêntrica GM de 0,98 m**, superando folgadoamente o critério mínimo

da NORMAM-211 ($GM \geq 0,35 \text{ m}$).

C. Convivência no Convés e Praça de Carga (7,2 metros livres):

A casaria na extrema popa (X: 0,80 a 4,60 m) e o mastro a X=10,80 m liberam uma praça central contínua de **7,2 metros de convés desimpedido** (X: 3,60 a 10,80 m). Os feixes de cana (15 t) são estivados sobre o estrado de porão e convés sem qualquer interferência com a esteira da retranca (que passa a 0,40 m acima do teto solar) nem com o pau de carga.

3. Balanço Geral de Massas da Embarcação (Condição de Projeto: 15 t de Carga Útil)

Condição Operacional	Massa (t)	Calado T (m)	Borda Livre F (m)	GM (m)	Estado de Navegação
Casco de Madeira + Estrutura (EEE)	16,45 t	—	—	—	Estrutura em Ipê/Sucupira/Pequi
Sistema de Propulsão, Energia e Velame	2,05 t	—	—	—	Trem de força híbrido completo
Deslocamento em Peso Leve (Lightship)	18,50 t	0,75 m	1,15 m	1,08 m	Casco pronto com tripulação de traslado
Carga Agrícola Útil (Cana-de-Açúcar / Feira)	15,00 t	—	—	—	Estiva no porão e convés reforçado
Deslocamento Carregado de Projeto (Full Load)	33,50 t	1,20 m	0,70 m	0,98 m	Operação Plena Caboto → São Joaquim