NEPTUNO

RECICLAGEM DE NAVIOS | HKC / BASEL

RELATÓRIO DE RECICLAGEM DE NAVIOS (SHIP RECYCLING)

Ship Recycling Plan · Hong Kong Convention

FPSO P-33 (ex-VLCC Henrique Dias)

Operadora: Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras)

Tipo: FPSO

IMO: N/D (construída em 1978, anterior ao registro IMO obrigatório)

Bandeira: Brasil (Registro Especial Brasileiro, REB)

Convenção: Hong Kong Convention (HKC) · Basel Convention

Data de emissão: 08/11/2026

CENÁRIO DE DEMONSTRAÇÃO, NÃO É DOCUMENTO REGULATÓRIO

LEITURA DA VERSÃO PÚBLICA

Este cenário de demonstração parte de informações públicas de um PDI real e organiza, no Neptuno, o desmantelamento do casco. Não avalia a engenharia da operadora nem o documento protocolado na ANP. Custos e prazos são modelados pelo Neptuno.

QUEM PREPAROU

Leitura preparada no Neptuno, plataforma da Veridis Engenharia e Tecnologia, por Tadeu Santana, engenheiro ambiental com registro no CREA-RJ. Método multicritério publicado na revista Petro & Química (n. 405, 2026); plataforma apresentada no ROG.e 2026 (IBP, trabalho 6984).

Hash SHA-256:
c923fc24faf7d04f6e8e9cc9a2b1197d
8535f0bf86dddcbde63ddbfdf4da27af
TEE Status: SEM ATESTAÇÃO (hash SHA-256 registrado)

SUMÁRIO EXECUTIVO: RECICLAGEM DE NAVIOS (SHIP RECYCLING)

REFERÊNCIAS TÉCNICAS: Hong Kong Convention (HKC) & Basel Convention

Plano desenvolvido tendo como referência técnica a HKC (2009; em vigor internacional desde 26/06/2025, o Brasil não é Parte, sem DASR nacional) e a legislação brasileira aplicável: Lei 12.305/2010 (PNRS), CONAMA 313/2002 e fluxo MTR/SINIR.

154.000	48.921	76,4%	76.558
Tonelagem Bruta (GT)	Peso Leve (t)	Taxa de Reciclagem	CO2e Evitado (tCO2e)

IDENTIFICAÇÃO DA EMBARCAÇÃO

Característica	Valor
Nome da Embarcação	FPSO P-33 (ex-VLCC Henrique Dias)
Tipo de Embarcação	FPSO
IMO Number	N/D (construída em 1978, anterior ao registro IMO obrigatório)
Bandeira	Brasil (Registro Especial Brasileiro, REB)
Ano de Construção	1978
Tonelagem Bruta	154.000 GT

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Especificação	Valor
Comprimento Total	320 m
Boca (Largura)	54,5 m
Calado	21,62 m
Peso Leve (Lightship)	48.921 t
Deslocamento	175.000 t
Tipo de Propulsão	Diesel
Potência do Motor	N/D (propulsão própria inativa, FPSO em SPE)

INVENTÁRIO DE MATERIAIS PERIGOSOS (IHM)

IHM Disponível: Sim
Data de Emissão: 30/06/2022

MATERIAIS PERIGOSOS IDENTIFICADOS

Material	Localização	Quantidade	Método de Remoção
Coral-sol (Tubastraea coccinea / T. tagusensis)	Casco externo, turret, risers e sistemas submarinos	~120 t (estimativa bioincrustação total)	Raspagem com cabos de polipropileno, protocolo Anexo 12 do PDI P-33
Ânodos de sacrifício (zinco e alumínio)	Casco externo e sistemas submarinos	~85 t (Al) + ~12 t (Zn)	Recolhimento e reciclagem de metais não-ferrosos
Resíduos oleosos residuais nos tanques de carga	15 tanques de carga + tanques de slop	~800 m³ (estimativa pós-drenagem)	Limpeza e tratamento conforme MARPOL Anexo I e CONAMA 430/2011
Tintas e revestimentos com chumbo e TBT (camadas históricas pré-1990)	Casco, convés e tanques internos	~12 t (estimativa)	Remoção por jateamento abrasivo controlado; coprocessamento cimenteiro
Produtos químicos de processo (12 categorias)	Almoxarifados e sistemas de injeção a bordo	~45 t (inventário junho/2021)	Remoção integral (Fase H do PDI). Destinação por classe de risco.

ATENÇÃO: Todos os materiais perigosos devem ser removidos ANTES do desmantelamento
Conforme HKC Regulation 18, Hazardous Materials Management

IHM PARTE II: RESÍDUOS OPERACIONAIS (HKC ANEXO II)

Resíduo Operacional	Situação
Lama de tanque de carga/óleo	ATENÇÃO: requer remoção prévia
Slop (mistura óleo/água de lavagem)	ATENÇÃO: requer remoção prévia
Óleo de bilge	ATENÇÃO: requer remoção prévia
Água de lastro contaminada	ATENÇÃO: requer remoção prévia

IHM PARTE III: ESTOQUES A BORDO (HKC ANEXO III)

Estoque a Bordo	Situação
Tintas e revestimentos com metais pesados	ATENÇÃO: destinação controlada obrigatória
Lubrificantes e óleos hidráulicos	ATENÇÃO: destinação controlada obrigatória
Biocidas e produtos anti-incrustantes	ATENÇÃO: destinação controlada obrigatória
Antifouling à base de TBT (remanescente)	ATENÇÃO: destinação controlada obrigatória

VALOR DE SUCATA & SHIP RECYCLING FACILITY (SRF)

Item	Valor
Valor Estimado Total de Sucata	USD 22.973.320,00
SRF Selecionado	Estaleiro Rio Grande (Ecovix), Rio Grande/RS
País de Destino	Brasil (Estaleiro Rio Grande, Rio Grande/RS)
Distância de Transporte	1.100 milhas náuticas

DETALHAMENTO DE SUCATA POR TIPO

Material	Toneladas	USD/ton	Total USD
Aço estrutural	35.000,00	420,00	14.700.000,00
Cobre	850,00	7.200,00	6.120.000,00
Alumínio	1.200,00	2.100,00	2.520.000,00
Aço inox	320,00	1.500,00	480.000,00
Outros materiais	180,00	350,00	63.000,00
Destinação (sem valor comercial)	11.371,00	-80,00	-909.680,00
TOTAL			**22.973.320,00**

CO2e EVITADO POR RECICLAGEM (MÉTRICA CONSEQUENCIAL)

35.320	850	1.200	76.558
Aço (t) · 1,6 tCO2e/t	Cobre (t) · 3,0 tCO2e/t	Alumínio (t) · 14,58 tCO2e/t	Total CO2e Evitado (t)

Emissões evitadas (métrica consequencial: reciclagem vs. produção primária). Não integra inventário GHG Protocol e não constitui crédito de carbono vendável. Fontes: worldsteel LCI (aço), ICA (cobre), European Aluminium (alumínio). Fatores aplicados neste cálculo, Aço: 1,6 tCO2e/t · Cobre: 3,0 tCO2e/t · Alumínio: 14,58 tCO2e/t.

RASTREABILIDADE PARA MERCADOS REGULADOS (CBAM / SBCE)

As emissões evitadas acima são métrica consequencial, de caráter informativo. Para o aço destinado a mercados sob regulação de carbono, a cadeia de custódia deste documento (hash SHA-256 e, quando disponível, atestação em TEE) fornece a trilha verificável de origem que instrumentos como o CBAM europeu (Regulamento UE 2023/956) e o SBCE brasileiro (Lei 15.042/2024, aplicável ao contratante regulado) pressupõem. A atestação por TEE é opcional e não constitui exigência regulatória. Verificação pública: neptunodescom.com/verify.

PLANO DE RECICLAGEM (SRP): METODOLOGIA

Item	Detalhes
Método de Desmonte	Método combinado lateral + horizontal (side-breaking + horizontal dismantling). Topside desmontado em módulos por guindaste flutuante antes do corte do casco.
Equipes Necessárias	180 trabalhadores diretos (montadores, cortadores plasma, operadores de guindaste, eletricistas). 40 supervisores e técnicos de segurança do trabalho. 12 especialistas em NORM, resíduos perigosos e meio ambiente.

EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

• Guindaste flutuante 500t (barge crane)
• Cortadores plasma CNC de grande porte
• Retroescavadeiras anfíbias para espera em seco
• Monitores de taxa de dose e de contaminação superficial para o levantamento de NORM
• Unidade modular de tratamento de efluentes oleosos
• Sistema de contenção de derramamento (boom flutuante 400m)

PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA

• Gas-free contínuo: medições LEL/O2/H2S a cada 4 horas em todos os compartimentos
• Isolamento de coral-sol: biólogo marinho presencial durante remoção do casco
• Dosimetria pessoal permanente nas áreas com histórico de NORM (SG-B, separador de teste e TO-B)
• APR: Análise Preliminar de Riscos por frente de trabalho (emissão diária)
• Plano de Resposta a Emergências do estaleiro, conforme as condicionantes da licença de operação emitida pelo órgão ambiental estadual (número e condicionantes não reproduzidos neste cenário de demonstração)
• Treinamento HAZMAT 40h para todos os trabalhadores antes do início das operações

PLANO DETALHADO

SRP elaborado tendo como referência técnica a HKC Regulação 17 (adesão voluntária; o Brasil não é Parte da HKC). O plano contempla 5 fases: (1) chegada e inspeções, 2 meses; (2) gas-free e descontaminação de tanques, 3 meses; (3) desmontagem do topside em módulos, 6 meses; (4) corte e separação do casco, 8 meses; (5) destinação final de materiais e certificação, 4 meses. Total estimado: 23 meses. Acordos com órgão ambiental licenciador e SRF em processo de regularização (regime geral de licenciamento; não há regulamentação ANTAQ específica de SRF).

GESTÃO DE RESÍDUOS & ECONOMIA CIRCULAR

INVENTÁRIO DE RESÍDUOS

Material	Quantidade	Classificação	Destino Final
Bioincrustação + coral-sol (casco e sistemas)	~120 t	Classe II-A (ABNT NBR 10004)	Blendagem para coprocessamento em cimenteiras (rota prevista no PDI Petrobras)
Efluentes oleosos (tanques de carga + bilge + slop)	~800 m³	Resíduo perigoso, Classe I	PGTC (Planta de Tratamento Contratada); descarte conforme CONAMA 430/2011
NORM residual (se detectado durante corte)	Não estimada: NORM não detectado desde 2014	NORM (regime ANSN)	Se detectado: Resolução ANSN 14/2026 e Guia da Portaria ANSN 44/2026. O PDI de 2022 (p. 116) previa depósito inicial da Petrobras em Cabiúnas ou no Parque de Tubos.
Produtos químicos de processo (desemulsificantes, biocidas, inibidores)	~45 t	Classe I (Perigoso)	Incineração em fornos industriais licenciados pelo órgão ambiental estadual (FEPAM/RS)
Tintas antigas (chumbo + TBT, antifouling histórico pré-1990)	~12 t	Classe I (Perigoso)	Coprocessamento em cimenteira ou incineração controlada
Fluidos hidráulicos e óleos lubrificantes	~38 t	Classe I (Perigoso)	Rerrefino em coletor/rerrefinador autorizado pela ANP (Resolução ANP 20/2009) e licenciado pelo órgão ambiental estadual, a contratar

PGRS: PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

PGRS conforme Lei Federal 12.305/2010 (PNRS) e Resolução CONAMA 313/2002. Segregação na fonte: sucata ferrosa / não-ferrosa / perigoso Classe I. O NORM, se detectado, é segregado e segue a Resolução ANSN 14/2026 e o Guia da Portaria ANSN 44/2026 até a destinação. Rastreabilidade integral via MTR eletrônico (SINIR nacional, integrado ao sistema do órgão ambiental estadual licenciador). Destinação final documentada para 100% dos materiais antes da emissão do Certificado de Reciclagem.

RECICLADORES SELECIONADOS

- Gerdau Charqueadas/RS (sucata ferrosa, cadeia pública conhecida)
- Refino nacional licenciado (não ferrosos), a definir no contrato
- Cooperativa de reciclagem licenciada na região do estaleiro

LOGÍSTICA & CRONOGRAMA

Item	Valor
Início das Operações	23/07/2026
Término Estimado	23/06/2028
Duração Total Estimada	701 dias

FASES DO CRONOGRAMA

Fase	Duração	Início	Fim	Responsável
Fase 1: reboque do Porto do Açu ao Estaleiro Rio Grande e inspeções de chegada	2 meses	07/2026	09/2026	Equipe técnica P-33 + praticagem da Barra do Rio Grande
Fase 2: Gas-free certificado + descontaminação de tanques e planta	3 meses	09/2026	12/2026	Empresa certificadora independente credenciada MARPOL (a contratar)
Fase 3: Desmontagem do topside em módulos (guindaste flutuante)	6 meses	12/2026	06/2027	Equipe de desmontagem + operador guindaste 500t
Fase 4: Corte e separação do casco (plasma CNC)	8 meses	06/2027	02/2028	Equipes de corte, SRF Estaleiro Rio Grande
Fase 5: Destinação de materiais, documentação e certificação final de reciclagem	4 meses	02/2028	06/2028	Equipe ambiental, logística e jurídica

AMBIENTAL & SEGURANÇA DO TRABALHO

MEDIDAS AMBIENTAIS

• Contenção de derramamento: boom flutuante de 400m ao redor do casco durante toda a operação
• Monitoramento diário de qualidade da água (pH, óleos, metais pesados) na zona de 500m
• Mapeamento e proteção de fauna marinha: biólogo marinho presencial (coral-sol e espécies endêmicas)
• Sistema de drenagem com interceptor oleoso (90% de eficiência) em toda a área do estaleiro
• Plano de Monitoramento Pós-Desmantelamento (PMPD): 5 anos, semestral
• Relatórios trimestrais ao órgão ambiental estadual licenciador (FEPAM/RS) e à Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul

EPI OBRIGATÓRIO

• Dosímetro pessoal obrigatório nas áreas com histórico NORM (SG-B, separador de teste e TO-B)
• APR com respirador de linha de ar nas operações de limpeza de vasos e tanques
• Luva anti-corte Nível 5 (EN 388) para todas as operações de corte
• Macacão impermeável Classe B (ABNT NBR 13637) para operações oleosas e líquidos perigosos
• Botas de segurança resistentes a hidrocarbonetos (S3 + resistência química)
• Capacete com abafador (85 dB+) nas áreas de corte plasma

MONITORAMENTO AMBIENTAL

Campanha semestral de qualidade de água e sedimentos no entorno do estaleiro (pré-operação, durante e pós-desmantelamento). Monitoramento radiométrico mensal nas instalações com histórico NORM. Relatórios periódicos ao órgão ambiental licenciador conforme as condicionantes da licença de operação do estaleiro. Número de licença e condicionantes específicas não reproduzidos neste cenário de demonstração.

DOCUMENTAÇÃO FINAL & PESQUISA NORM

STATUS DOCUMENTAL

Documento	Status
Certificado de Reciclagem (Statement of Completion)	**[ ] Pendente**
Relatório Final de Reciclagem	**[ ] Pendente**
Alinhamento à HKC (referência técnica voluntária)	**[x] Declarado pelo operador**

O Brasil não é Parte da Convenção de Hong Kong, portanto nenhuma autoridade brasileira emite declaração de conformidade sob esse instrumento. O alinhamento acima é voluntário e declarado pelo operador, servindo de referência técnica reconhecida internacionalmente, não de certificação.

DESTINAÇÃO DE MATERIAIS

Aço estrutural -> Gerdau Charqueadas/RS (sucata ferrosa, cadeia pública conhecida); Não-ferrosos (Cu/Al) -> refino nacional licenciado; Resíduos perigosos -> incineração licenciada pelo órgão ambiental estadual; NORM (se detectado) -> gestão pela Resolução ANSN 14/2026, com a destinação do Guia da Portaria ANSN 44/2026; Bioincrustação -> coprocessamento cimenteiro. Destinações modeladas para demonstração, exceto a sucata ferrosa, que segue a cadeia pública conhecida.

PESQUISA NORM (Naturally Occurring Radioactive Material)

Item	Informação
Pesquisa NORM Realizada	Sim
Data da Pesquisa	N/I
Empresa Responsável	Petrobras: levantamento radiométrico de abril de 2020 (Anexo 10 do PDI Executivo de 2022, p. 55)
Registro ou autorização (ANSN, antiga CNEN)	Sem número no PDI de 2022, que diz que as áreas de Cabiúnas e do Parque de Tubos estão autorizadas pela CNEN (p. 116). No desmonte de 2026, se o NORM for detectado: registro na ANSN das instalações de quem executa as atividades com NORM (Resolução ANSN 14/2026, art. 1º, §1º, I, e art. 4º, I).
Instalação Receptora	Segundo o PDI de 2022 (p. 116): Área de Gerenciamento de Resíduos em Cabiúnas (Classificação Branca I, taxa de dose de até 5 µSv/h) ou Parque de Tubos (Classificação Amarela II, acima de 5 µSv/h), áreas autorizadas pela CNEN à época.

INVENTÁRIO NORM POR COMPONENTE

Componente	Localização	Nível (Bq/µSv)	Método de Descontaminação
Vaso separador de produção SG-B	Planta de processamento	Nenhuma medição acima de 0,5 µSv/h (105 pontos, p. 55)	Limpo após o NORM de 2011 a 2014; sem NORM depois (PDI, p. 55).
Separador de teste	Planta de processamento	Nenhuma medição acima de 0,5 µSv/h (105 pontos, p. 55)	Limpo após o NORM de 2011 a 2014; sem NORM depois (PDI, p. 55).
Tratador de óleo TO-B	Planta de processamento	Nenhuma medição acima de 0,5 µSv/h (105 pontos, p. 55)	Limpo após o NORM de 2011 a 2014, de areia oleosa do poço 7-MRL-220HP-RJS (PDI, p. 55).