

## **APÊNDICE G – DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE RESPOSTA**

## 1. DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE RESPOSTA

O dimensionamento da capacidade de resposta a incidentes envolvendo o derramamento de óleo no mar durante as atividades da TEPBR nos Blocos FZA-M-57/86/88/125/127, na Bacia da Foz do Amazonas, foi elaborado com base no Anexo III da Resolução CONAMA nº 398 de 2008 e na Nota Técnica CGEPG/DILIC/IBAMA nº 03 de 2013 (NT 03/13). Neste contexto, ressalta-se que as estratégias de resposta foram definidas para atender a eventuais descargas de óleo, considerando os cenários acidentais identificados pela Análise Preliminar de Riscos da atividade e requerimentos legais.

Para o dimensionamento da capacidade de resposta, no entanto, considerou-se o volume da descarga de pior caso ( $V_{pc}$ ), aquele decorrente da perda de controle do poço (*blowout*) durante 30 dias, conforme preconizado na NT 03/13. Assim, com a estimativa de vazão de 9.800 bbl/dia, o volume de pior caso estimado é de:

$$V_{pc} = 9.800 \text{ bbl/dia} \times 30 \text{ dias} = 294.000 \text{ bbl (46.742,25 m}^3\text{)}.$$

Os equipamentos necessários para a operacionalização dos procedimentos previstos neste Plano estarão disponíveis na Base de Apoio Logístico, na embarcação dedicada do tipo OSRV (em inglês, *Oil Spill Response Vessel*) e nas embarcações de apoio do tipo PSV (em inglês, *Platform Supply Vessel*).

A Erro! Fonte de referência não encontrada. apresenta a quantidade de equipamentos necessário para compor as configurações de contenção e recolhimento para as atividades exploratórias da TEPBR na Bacia da Foz do Amazonas.

**Tabela 1: Quantidade de embarcações necessárias para a composição das configurações de contenção e recolhimento.**

Tipo de Embarcação	Estratégia de Contenção e recolhimento	Quantidade de embarcações
Embarcação de Resposta a Derramamento de Óleo (OSRV)	Sistema de Tecnologia Inovadora	01 embarcação
Embarcações de apoio do tipo PSV		03 embarcações

## 1.1. Barreiras de Contenção e Absorventes

Na ocorrência de um incidente de poluição por óleo no mar durante as atividades da TEPBR na Bacia da Foz do Amazonas, os procedimentos para o combate do óleo derramado através da estratégia de contenção e recolhimento deverão ser priorizados. Tal estratégia será implementada através do uso de configurações com sistema de tecnologia inovadora – STI (tal como do tipo *Current Buster 6* com bomba acoplada, ou similar e *BoomVane*), o qual dentre outras vantagens, permite a operação em ambientes com Beaufort na faixa de 5-7 , e velocidade de arrasto de até 5,0 nós.

Conforme descrito no **item 8** do PEI, em função do caráter inovador do sistema, a TEPBR prevê a realização de exercícios/simulados com esta tecnologia na locação. Se por ventura forem observadas dificuldades na operacionalização do STI, a TEPBR poderá substituir este sistema pela Configuração Convencional de contenção e recolhimento (com barreira de contenção e recolhedor), a qual possui limitações para ambientes com Beaufort 4, ondas de até 1,5 m e velocidade de arrasto de até 1,2 nós.

Para as operações com a sonda ENSCO DS-9, serão disponibilizados 04 sistemas de contenção e recolhimento, como, por exemplo, do tipo *Current Buster 6* com bomba acoplada, além de 04 componentes flutuantes como redundância, distribuídos nas 04 embarcações sob contrato (OSRV e PSVs).

Adicionalmente, vale ressaltar que em atendimento à NT 03/13, as embarcações também terão a bordo barreiras absorventes, que poderão ser utilizadas para auxiliar as operações de recolhimento.

A **Tabela 2** e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** resumem a localização e as limitações operacionais das barreiras de contenção que serão disponibilizadas durante as atividades de perfuração nos Blocos FZA-M-57/86/88/125/127.

**Tabela 2: Sistemas de contenção a serem disponibilizadas durante as atividades de perfuração nos Blocos FZA-M-57/86/88/125/127.**

Tipo / Especificação	Função	Localização	Atendimento a CONAMA 398	Limitações Operacionais
01 STI tipo <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada + 01 componente flutuante como redundância	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	OSRV (distância máxima de 2 horas da unidade)	02 h	Beaufort 5-7**
01 STI tipo <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada + 01 componente flutuante como redundância	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	PSV-01 (distância máxima de 2 horas da unidade*)	36 h	Beaufort 5-7**
01 STI tipo <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada + 01 componente flutuante como redundância	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	PSV-02 (distância máxima de 60 horas da unidade)	60 h	Beaufort 5-7**
01 STI tipo <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada + 01 componente flutuante como redundância	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	PSV-03 (distância máxima de 60 horas da unidade)	60 h	Beaufort 5-7**

\* Uma das 3 embarcações PSV permanecerá sempre a uma distância máxima de 2 horas da unidade

\*\*Limitação operacional relativa ao sistema *Current Buster 6*. A decisão final sobre a viabilidade de lançamento será sempre do Capitão da Embarcação.

## 1.2. Recolhedores

De acordo com as alternativas definidas no PEI, o recolhimento do óleo será realizado com o auxílio de uma bomba acoplada ao reservatório temporário dos *Current-Busters 6* (ou similar), na Configuração com Tecnologia Inovadora.

A **Tabela 3** apresenta os valores de Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento do Óleo (CEDRO) requeridos pela Resolução CONAMA nº 398 de 2008, mediante o volume de pior caso acima de 11.200 m<sup>3</sup>, para atividades em águas marítimas além da zona costeira.

**Tabela 3: Valores de CEDRO e tempo mínimo para disponibilidade de recursos, requeridos pela Resolução CONAMA n° 398/08 para  $V_{pc} > 11.200 \text{ m}^3$  em águas marítimas além da zona costeira.**

Nível de Descarga	Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento do Óleo - CEDRO ( $\text{m}^3$ )	Tempo para Disponibilidade (horas)
Pequena ( $V_{dp} = 8 \text{ m}^3$ )	8	2
Média ( $V_{dm} = 200 \text{ m}^3$ )	100	6
Pior caso ( $V_{dc} = 46.742,25 \text{ m}^3$ )	Nível 1	1.600
	Nível 2	3.200
	Nível 3	6.400

Em função de cada um dos níveis de descarga e tempo de resposta correspondente, a Resolução CONAMA n° 398/08 descreve que deverão ser obtidos valores de capacidade de recolhimento de óleo, dada pelo produto entre a Capacidade Nominal (CN) e o fator de eficácia ( $\mu$ ), associada à quantidade de óleo que é recolhida pelo equipamento. Segundo a Resolução, a capacidade nominal do recolhedor (CN) requerida deve ser calculada através da CEDRO, pela seguinte equação:

$$CEDRO_i = 24 \times CN_i \times \mu$$

Logo:

$$CN_i = \frac{CEDRO_i}{24\mu}$$

Sendo:

**CEDRO** = Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento de Óleo, cujo valor é obtido seguindo critério estabelecido no Anexo III da Resolução CONAMA n° 398 de 2008;

**$\mu$**  = fator de eficácia, estabelecido como 0,2 (ou 20%) na referida Resolução CONAMA;

**i** = descarga pequena (dp), média (dm), ou de pior caso (dpc1, dpc2, dpc3), calculado conforme estabelecido no Anexo III da Resolução CONAMA n° 398 de 2008.

Além da equação acima, a Resolução Conama N° 398/08 também prevê que a CEDRO poderá ser calculada através de outra formulação, a partir de justificativa técnica. Considerando que, durante a atividade de perfuração na Bacia da Foz do Amazonas, a TEPBR prevê a utilização de um sistema de tecnologia inovadora (tal como *Current Buster 6*, ou similar), cujo fator de

eficácia difere dos sistemas convencionais, o dimensionamento da capacidade nominal requerida para esta tecnologia foi calculado a partir de dados de referência aplicáveis a ela.

A eficiência desta tecnologia se difere dos sistemas convencionais de contenção e recolhimento, entre outros fatores, pela existência da bolsa/saco coletor localizado na extremidade final da barreira, o que permite um processo de separação da mistura água-óleo recolhida pela barreira por decantação, permitindo uma maior espessura na superfície d'água, o que aumenta significativamente a eficiência deste sistema para o recolhimento de óleo.

Testes realizados com o equipamento na OHMSETT - *Wendy Schmidt Oil Cleanup X Challenge* (ANEXO C) indicaram eficácias entre 71,1% (mínima) até 94,7% (máxima) de eficiência do sistema no recolhimento de óleo na mistura com água.

Para fins do cálculo da CN requerida para a STI em cada tempo de resposta estipulado na Resolução Conama nº 398/08, adotou-se o valor mínimo de eficiência do sistema, arredondado para baixo, ou seja, 70%. Assim, a partir da fórmula apresentada anteriormente, a CN para o sistema de tecnologia inovadora foi obtida da seguinte forma:

$$CN_i = \frac{CEDRO_i}{24\mu} = \frac{CEDRO_i}{24 \times 0,70} = \frac{CEDRO_i}{16,8}$$

Para a Configuração Convencional foi adotada a mesma fórmula de CEDRO, mas com 20% como fator de eficácia, conforme apresentado a seguir:

$$CN_i = \frac{CEDRO_i}{24\mu} = \frac{CEDRO_i}{24 \times 0,20} = \frac{CEDRO_i}{4,8}$$

Os resultados para ambas as tecnologias são apresentados na **Tabela 4**.

**Tabela 4: Capacidade nominal de recolhimento requerida considerando os valores de CEDRO requeridos pela Resolução CONAMA nº 398/08 para  $V_{pc} > 11.200 \text{ m}^3$  em águas marítimas além da zona costeira.**

Nível de Descarga	CEDRO (m <sup>3</sup> )	Tempo para Disponibilidade (horas)	CN requerida para STI (m <sup>3</sup> /h)	CN requerida para Configuração Convencional (m <sup>3</sup> /h)	
Pequena (V <sub>dp</sub> = 8 m <sup>3</sup> )	8	2	0,48	1,66	
Média (V <sub>dm</sub> = 200 m <sup>3</sup> )	100	6	5,95	20,83	
Pior caso (V <sub>dc</sub> = 46.742,25 m <sup>3</sup> )	Nível 1	1.600	12	95,24	333,33
	Nível 2	3.200	36	190,48	666,67
	Nível 3	6.400	60	380,95	1.333,33

A capacidade de recolhimento de óleo pode ser obtida através da multiplicação entre a vazão de recolhimento do sistema (CN) e o fator de eficácia associado. Deste modo, comparando as tecnologias para atendimento ao dpc3, ou seja, os STIs (tal como *Current Buster 6* com bomba acoplada de 100 m<sup>3</sup>/h) com os *skimmers* de 350 m<sup>3</sup>/h no caso da Configuração Convencional, obtém-se os valores apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

**Tabela 5: Capacidade de Recolhimento de Óleo – Configuração Convencional e com Tecnologia Inovadora.**

Tipo de Configuração de Contenção e Recolhimento	Vazão do sistema bombeamento (m <sup>3</sup> /h)	Fator de Eficácia - $\mu$ (%)	Capacidade de Recolhimento de Óleo (m <sup>3</sup> /h)
Convencional	4 x 350 = 1.400	20 <sup>1</sup>	280
Tecnologia Inovadora	4 x 100 = 400	70 <sup>2</sup>	280

<sup>1</sup> Com base no valor máximo previsto na Resolução CONAMA n° 398.

<sup>2</sup> Valor arredondado para baixo da mínima eficiência do sistema obtida nos testes em OHMSETT para o *Current Buster 6* (ANEXO C).

Desse modo, embora a Configuração com Tecnologia Inovadora considere o uso de uma bomba de capacidade inferior àquela prevista na Configuração Convencional, devido à alta eficiência associada, o STI apresenta equivalente Capacidade de Recolhimento de Óleo.

Além da análise da diferença de capacidade de recolhimento de óleo entre as duas diferentes técnicas, foi feita uma avaliação numérica comparativa dos valores de **Taxa de Encontro**<sup>1</sup> (em inglês, *Encounter Rate* – EnR<sub>max</sub>).

Desse modo, a seguir são apresentados os conceitos de Taxa de Área de Cobertura e de Taxa de Encontro, utilizados ao longo da análise.

**Taxa de Área de Cobertura (em inglês, *Areal Coverage Rate* – AcR):** consiste na taxa em que um sistema de resposta consegue abranger uma área (que no caso de um incidente estaria coberta de óleo). AcR é calculada pela fórmula:

$$\text{Taxa de Área de Cobertura (AcR)} = \text{Abertura do Sistema} \times \text{Velocidade}$$

A medida de abertura do sistema do *Current Buster 6* é informada pelo fabricante como sendo de 34 m. No caso da Configuração Convencional, essa medida é calculada a partir da extensão da barreira. Sendo assim, considerando a formação em “U” como um semicírculo, e o seu perímetro como a extensão total da barreira (200 m), o diâmetro (que corresponde à medida de abertura do sistema) seria equivalente a 127 m. Como a formação é assimétrica, foi descontado 5% deste valor, resultando em 120 m de abertura.

<sup>1</sup> Valor representante do volume de óleo vazado, por unidade de tempo, que é ativamente “encontrado” pelo sistema de resposta e que fica disponível para contenção e recolhimento.

A fim de permitir o cálculo do valor de AcR (necessário à análise da capacidade de enclausuramento do óleo), são apresentados na **Tabela 6** os valores de Abertura e Velocidade relativos a cada sistema de contenção e recolhimento.

**Tabela 6: Dados dos sistemas de contenção e recolhimento a serem utilizados**

Sistema	Abertura	Velocidade Máxima
Configuração Convencional	120 m	1 nó = 0,514 m/s
Configuração com Sistema de Tecnologia Inovadora ( <i>Current Buster 6</i> )	34 m	5 nós = 2,572 m/s

**Taxa de Encontro (*Encounter Rate - EnR*):** corresponde ao volume de óleo vazado, por unidade de tempo, que é ativamente “encontrado” pelo sistema de resposta e que fica disponível para contenção e recolhimento (OGP; IPIECA, 2013). É obtida pela fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Taxa de Encontro (EnR)} &= \text{Taxa de Área de Cobertura} \times \text{Concentração de Óleo} \\ &= \text{Abertura do Sistema} \times \text{Velocidade} \times \text{Concentração de Óleo} \end{aligned}$$

Sendo assim, obtém-se os seguintes valores máximos de EnR:

#### **Configuração Convencional**

$$EnR_{\text{Configuração Convencional}} = 120 \times 0,514 \times \text{Concentração de Óleo}$$

$$EnR_{\text{Configuração Convencional}} = 61,68 \times \text{Concentração de Óleo}$$

#### **Configuração com Sistema de Tecnologia Inovadora (*Current Buster 6*)**

$$EnR_{\text{Current Buster 6}} = 34 \times 2,572 \times \text{Concentração de Óleo}$$

$$EnR_{\text{Current Buster 6}} = 87,45 \times \text{Concentração de Óleo}$$

Para exemplificar esta comparação, obtendo um valor específico da Taxa de Encontro de cada sistema, foi adotada a concentração de óleo de 50  $\mu\text{m}^2$  ( $50 \times 10^{-6}\text{m}$ ), que se enquadra no limite superior da categoria da “coloração metálica” na metodologia sugerida pelo *Bonn Agreement Oil Appearance Code* (BAOAC). Com isso, obtém-se para a referida concentração de óleo, os seguintes valores máximos de EnR:

<sup>2</sup> Embora a presente análise tenha sido feita utilizando o valor de 50  $\mu\text{m}$ , é de suma importância que o valor da espessura de óleo seja continuamente avaliado ao longo da resposta a fim de permitir obter uma melhor compreensão da quantidade de óleo “encontrada” pela formação e, conseqüentemente, um melhor acompanhamento das atividades de recolhimento.



### **Configuração Convencional**

$$EnR_{Configuração\ Convencional} = 120 \times 0,514 \times 50 \times 10^{-6}$$

$$EnR_{Configuração\ Convencional} = 11,10 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Configuração com Sistema de Tecnologia Inovadora (Current Buster 6)**

$$EnR_{Current\ Buster\ 6} = 34 \times 2,572 \times 50 \times 10^{-6}$$

$$EnR_{Current\ Buster\ 6} = 15,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Com base nos valores acima, os resultados de Taxa de Encontro (EnR) demonstraram que a Configuração com *Current Buster 6* apresenta capacidade de enclausuramento de óleo cerca de 42% superior à Configuração Convencional, utilizando 200 m de barreira de contenção e as velocidades máximas de varredura.

## **1.3. Dispersão Química**

A estratégia de dispersão química em derramamentos de óleo em águas Brasileiras, poderá ser considerada pela TEPBR, desde que respeitadas as determinações previstas pela Resolução CONAMA nº 472 de 2015. Em áreas e situações específicas não previstas segundo os critérios e restrições da Resolução CONAMA nº 472/2015, a TEPBR deverá obter a devida autorização prévia do órgão ambiental competente.

Para esta estratégia, as 04) embarcações (OSRV e PSVs) terão braços de aplicação de dispersante a bordo, com 12 tonéis de dispersante químico aprovado pelo IBAMA em cada. Adicionalmente, para incidentes classificados como Tier 3, a empresa OSRL poderá ser mobilizada para fornecimento de sistema de aplicação de dispersantes, assim como do produto químico.

## **1.4. Dispersão Mecânica**

A dispersão mecânica poderá ser realizada através da navegação sobre a mancha de óleo repetidas vezes, e/ou pelo direcionamento de jatos d'água de alta pressão sobre a mancha, a partir de canhões do sistema de combate a incêndio das embarcações (em inglês, *fire fighting system*, fi-fi).

Desta forma, como a implementação da estratégia não é dependente do uso de equipamentos específicos, qualquer embarcação a ser envolvida nas ações de resposta poderá ser utilizada nas operações de dispersão mecânica.

## 1.5. Armazenamento Temporário

Conforme requerido pela Resolução CONAMA nº 398/08, as embarcações equipadas com recolhedores deverão ter disponível a bordo tancagem para armazenamento temporário com capacidade mínima equivalente a 03 horas de operação do recolhedor.

No caso da atividade de perfuração da TEPBR na Bacia da Foz do Amazonas, onde as embarcações dedicada e de apoio estarão equipadas com sistema de recolhimento com 100 m<sup>3</sup>/h de vazão, o mínimo de armazenamento requerido é 300 m<sup>3</sup> para cada unidade.

**A Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o dimensionamento da capacidade de armazenamento temporário para incidentes durante as operações, envolvendo descarga pequena, média e de pior caso no mar, considerando a vazão nominal da bomba acoplada do sistema *Current Buster* (100 m<sup>3</sup>/h) e do *skimmer* vertedouro de 350 m<sup>3</sup>/h.

**Tabela 7: Dimensionamento da capacidade de armazenamento temporário.**

Descarga	Tempo para disponibilidade (horas)		Volume para armazenamento temporário (m <sup>3</sup> )	
			Requerida (3h de operação do recolhedor)	Disponível <sup>1</sup>
			Bomba 100 m <sup>3</sup> /h	
Pequena (V <sub>dp</sub> = 8 m <sup>3</sup> )	2		3 x 100 = 300 m <sup>3</sup>	V <sub>OSRV</sub> = 1.050
Média (V <sub>dm</sub> = 200 m <sup>3</sup> )	6		3 x 100 = 300 m <sup>3</sup>	V <sub>OSRV</sub> = 1.050
Pior caso (V <sub>dc</sub> =46.742,25 m <sup>3</sup> )	Nível 1	12	3 x 100 = 300 m <sup>3</sup>	V <sub>OSRV</sub> = 1.050
	Nível 2	36	6 x 100 = 600 m <sup>3</sup>	V <sub>OSRV</sub> + V <sub>PSV-1</sub> = 2.100
	Nível 3	60	12 x 100 = 1.200 m <sup>3</sup>	V <sub>OSRV</sub> + V <sub>PSV-1</sub> +V <sub>PSV-2</sub> + V <sub>PSV-3</sub> = 4.200

<sup>1</sup> A ser posteriormente confirmado e informado à CGMAC/IBAMA

É válido informar que para o cálculo da capacidade de armazenamento temporário da mistura água/óleo recolhida foram considerados apenas os tanques que serão utilizados com essa finalidade. Desta forma, não foram considerados tanques de água potável, água industrial, fluido de base aquosa e salmoura, conforme preconizado pela NT 03/13.

## 1.6. Recursos materiais para a plataforma

As ações de resposta a vazamentos contidos a bordo da unidade *offshore* deverão ser realizadas a partir da utilização de kits de atendimento a emergências, dimensionados e distribuídos na unidade em consonância com seu *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan* (SOPEP) – kits SOPEP.