



APÊNDICE E – DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE RESPOSTA



SUMÁRIO

1.	DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE RESPOSTA.....	1
1.1.	BARREIRAS DE CONTENÇÃO E ABSORVENTES	2
1.2.	RECOLHEDORES	6
1.3.	DISPERSÃO QUÍMICA	10
1.4.	DISPERSÃO MECÂNICA	10
1.5.	ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO	10
2.	RECURSOS MATERIAIS PARA A UNIDADE DE PERFURAÇÃO	11

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Dados dos sistemas de contenção e recolhimento a serem utilizados.	2
Tabela 2: Sistema de contenção a serem disponibilizadas durante as atividades de perfuração no Bloco FZA-M-59.....	5
Tabela 3: Valores de CEDRO e tempo mínimo para disponibilidade de recursos, requeridos pela Resolução CONAMA n° 398/08 para $V_{dpc} > 11.200 \text{ m}^3$ em águas marítimas além da zona costeira.	6
Tabela 4: Capacidade nominal de recolhimento requerida considerando os valores de CEDRO requeridos pela Resolução CONAMA n° 398/08 para $V_{pc} > 11.200 \text{ m}^3$ em águas marítimas além da zona costeira.	7
Tabela 5: Sistemas a serem disponibilizados para o recolhimento do óleo.....	9

LISTA DE SIGLAS

Sigla	Definição
BAOAC	Código de aparências de óleo na água (em inglês, <i>Bonn Agreement Oil Appearance Code</i>)
CB 6	<i>Current Buster</i> (equipamento de contenção e recolhimento de tecnologia de concentração de óleo)
CEDRO	Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento do Óleo
COEXP	Sub-Coordenação de Exploração da CGMAC do IBAMA
CFR	Code of Federal Regulations (USA)
CGMAC	Coordenação Geral de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Marítimos e Costeiros
CN	Capacidade de nominal de recolhimento de óleo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente



Sigla	Definição
DILIC	Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA
dp	Descarga pequena, conforme estabelecido na Resolução CONAMA n° 398/08
dm	Descarga média, conforme estabelecido na Resolução CONAMA n° 398/08
dpc	Descarga de pior caso, conforme estabelecido na Resolução CONAMA n° 398/08, dividida em três níveis (dp1, dp2 e dp3) conforme o tempo exigido para disponibilidade de recursos
Fi-fi	Sistema de combate a incêndio de embarcações (em inglês, <i>fire fighting system</i>)
FZA	Foz do Amazonas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
NOAA	Agência de Pesquisa Americana (em inglês, <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>)
OSRL	Empresa internacional de resposta a derramamento de óleo (em inglês, <i>Oil Spill Response Limited</i>)
OSRO	Empresas de resposta a emergência (em inglês, <i>Oil Spill Response Organizations</i>)
OSRV	Embarcação dedicada a resposta a derramamento de óleo (em inglês, <i>Oil Spill Response Vessel</i>)
PEI	Plano de Emergência Individual
PSV	Embarcações de apoio (em inglês, <i>Platform Supply Vessel</i>)
SOPEP	Plano de Emergência de Navios para Poluição por Óleo (em inglês, <i>Shipboard Oil Pollution Emergency Plan</i>)



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 BP Energy do Brasil (BP Energy) no Bloco FZA-M-59, na Bacia da Foz do Amazonas, foi elaborado com base no Anexo III da Resolução CONAMA nº 398 de 2008.

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, considerou-se o volume da descarga de pior caso (V_{dpc}), aquele decorrente da perda de controle do poço (*blowout*) durante 30 (trinta) dias, conforme solicitado pelo órgão ambiental competente no Parecer Técnico 106/2017 COEXP/CGMAC/DILIC, em conformidade com o indicado na Resolução Conama nº 398/08, Artigo 5º §3º. Assim, com a estimativa de vazão de 9.800 bbl/dia, o volume de pior caso estimado é de:

$$V_{dpc} = 9.800 \text{ bbl/dia} \times 30 \text{ dias} = 294.000 \text{ bbl (46.742,20 m}^3\text{)}$$

Os equipamentos necessários para a operacionalização dos procedimentos previstos neste Plano estarão disponíveis na base de apoio, na embarcação dedicada do tipo OSRV (em inglês, *Oil Spill Response Vessel*) e em 03 (três) embarcações de apoio do tipo PSV (em inglês, *Platform Response Vessel*). Caso a empresa avalie a necessidade de utilização de embarcações adicionais, as mesmas poderão ser contratadas no mercado *spot* da Região Norte (Belém ou Macapá) e equipadas, de acordo com a função que irão desempenhar. Os equipamentos a serem utilizados por essas embarcações estarão disponibilizados na base de apoio logístico às atividades da BP Energy na Bacia da Foz do Amazonas ou serão mobilizados junto a contratos de fornecimento de equipamentos junto às empresas de resposta à emergência (OSROs).

No entanto, a Resolução também permite sugestões alternativas para o cálculo da CEDRO e dos tempos de resposta, baseado em argumentação técnica (Anexo III, item 2.2.b), desde que aprovadas pelo órgão ambiental competente. Após apresentação de documentação na Revisão 1.0 deste PEI, a CGMAC/DILIC aprovou a proposta de cálculo de eficiência dos recolhedores para utilização dos sistemas Current Buster 6 (CB6) com bomba integrada de capacidade nominal de 100 m³/h.



1.1. BARREIRAS DE CONTENÇÃO E ABSORVENTES

Os procedimentos de resposta através da estratégia de contenção e recolhimento será implementado com a utilização do Sistema *Current Buster 6 [CB6]*, operadas com boom vanes. Em cada embarcação (OSRV e PSV) haverá um sistema completo, que considera uma bomba integrada com CN de 100 m³/h, uma barreira adicional CB6 sem bomba e uma bomba reserva (*spare*).

A **Tabela 2** resume a localização e a limitação operacional dos sistemas de contenção que serão disponibilizadas durante as atividades de perfuração no Bloco FZA-M-59.

Seguindo o conceito das melhorias contidas no sistema *CB 6*, apresenta-se uma análise da diferença de capacidade de recolhimento de óleo entre este sistema e um convencional, sendo feita uma avaliação numérica comparativa dos valores de **Taxa de Encontro** (em inglês, *Encounter Rate* – EnR_{max} – 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).

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 (*Area 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:

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

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.

A fim de permitir o cálculo do valor de **AcR** (necessário à análise da capacidade de enclausuramento do óleo), são apresentados na **Tabela 1** os valores de Abertura e Velocidade relativos a cada sistema de contenção e recolhimento.

Tabela 1: Dados dos sistemas de contenção e recolhimento a serem utilizados.



Sistema	Abertura	Velocidade Máxima
Configuração Convencional	120 m	1 nó = 0,514 m/s
Sistema <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*)

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

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

Os resultados de Taxa de Encontro (EnR) demonstraram que a Configuração com *Current Buster 6* apresenta capacidade de enclausuramento de óleo superior à Configuração Convencional, utilizando 200 m de barreira de contenção e as velocidades máximas de varredura.

Para exemplificar esta comparação, obtendo um valor específico da Taxa de Encontro de cada sistema, foi adotada a concentração de óleo de $50 \mu\text{m}^1$ ($50 \times 10^{-6}\text{m}$), que se enquadra no limite superior da categoria da “coloração metálica” na metodologia sugerida pelo *Bonn Agreement Oil Appearance Code* (BAOAC) adaptado de A. Allen (OSRL, 2011; NOAA, 2012). Com isso, obtém-se para a referida concentração de óleo, os seguintes valores máximos de EnR:



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*)

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

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

Desta forma, conclui-se que mesmo sem a extensão comumente requerida para as barreiras *offshore*, a barreira do sistema CB6 apresenta performance superior em sua extensão padrão operacional.



Tabela 2: Sistema de contenção a serem disponibilizadas durante as atividades de perfuração no Bloco FZA-M-59.

Tipo/Especificação	Função	Localização	Tempo para Disponibilidade	Limitações Operacionais
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada CN 100 m³/h & BoomVane 01 barreira <i>Current Buster 6</i> 01 bomba CN 100 m ³ /h (spare)	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	OSRV	02 / 06 / 12 hs	Beaufort 5-7
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada CN 100 m³/h & BoomVane	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	PSV 01	02 / 06 / 12 hs ^(*)	Beaufort 5-7
			06 / 12 hs ^(*)	
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada CN 100 m³/h & BoomVane	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	PSV 02	36 hs	Beaufort 5-7
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada CN 100 m³/h & BoomVane	Contenção do óleo; Limitação do espalhamento da mancha	PSV 03	60 hs	Beaufort 5-7

(*) Caso a redundância estabelecida pelo Órgão Ambiental seja de 2 hs para toda a atividade ou só na fase de 8 ½”.

(*) Caso a redundância estabelecida pelo Órgão Ambiental seja de 6 hs nas fases da atividade, à exceção da fase de 8 ½”.



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 do sistema *Current Buster 6*.

O dimensionamento da capacidade de recolhimento é calculado primeiramente com base nos critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 398 de 2008, e depois feitas considerações quanto à adoção de um valor diferente da capacidade nominal da bomba do sistema, em função de sua performance.

A **Tabela 3** apresenta os valores de Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento do Óleo (CEDRO) conforme originalmente definido pela Resolução, mediante as especificidades da atividade em questão.

Tabela 3: Valores de CEDRO e tempo mínimo para disponibilidade de recursos, requeridos pela Resolução CONAMA nº 398/08 para $V_{dp} > 11.200 \text{ m}^3$ em águas marítimas além da zona costeira.

Nível de Descarga	Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento do Óleo - CEDRO (m^3/dia)		Tempo para Disponibilidade (horas)
Pequena ($V_{dp} = 8 \text{ m}^3$)	$V_{dp} = 8$		2
Média ($V_{dm} = 200 \text{ m}^3$)	$0,5 \times V_{dm} = 100$		6
Pior caso ($V_{dc} = 46.742,20 \text{ m}^3$)	Nível 1	1.600	12
	Nível 2	3.200	36
	Nível 3	6.400	60

Em função de cada um dos níveis de descarga e tempo de resposta correspondente, a Resolução CONAMA nº 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 (μ), 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;

μ = 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.

Então para a Configuração Convencional com 20% como fator de eficácia, temos a formulação apresentada a seguir:

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

Os resultados para os diferentes níveis de descarga são apresentados na **Tabela 4**.

Tabela 4: Capacidade nominal de recolhimento requerida considerando os valores de CEDRO requeridos pela Resolução CONAMA n° 398/08 para Vpc > 11.200 m³ em águas marítimas além da zona costeira.

Nível de Descarga	CEDRO (m³/dia)		Tempo para Disponibilidade (horas)	CN requerida para Configuração Convencional (m³/h)
Pequena (V _{dp} = 8 m³)	8		2	1,66
Média (V _{dm} = 200 m³)	100		6	20,83
Pior caso (V _{dc} = 46.742,20 m³)	Nível 1	1.600	12	333,33
	Nível 2	3.200	36	666,67
	Nível 3	6.400	60	1.333,33

O cruzamento dos valores das CNs obtidas com o planejamento e localização das embarcações de resposta (OSRV e 3 PSVs), leva a consideração da necessidade de recolhedores com capacidade nominal de bomba de 333,33 m³/h (primeira bomba existente que atende é de 350 m³/h). A BP



Energy, na Revisão 1.0 deste PEI, apresentou argumentação técnica para a avaliação do órgão ambiental, na qual considerou que a bomba padrão do sistema CB6 (de capacidade nominal de 100 m³/h) era suficiente para atendimento das CEDROs calculadas. Esta argumentação foi aceita no Parecer Técnico 106/2017 COEXP/CGMAC/DILIC, e então será utilizada a capacidade nominal de 100 m³/h referente a cada 333,33 m³/h do cálculo original.

A **Tabela 5** apresenta o resumo dos sistemas que podem ser disponibilizados para recolhimento do óleo durante as atividades de perfuração marítima no Bloco FZA-M-59, para cada configuração considerada.



Tabela 5: Sistemas a serem disponibilizados para o recolhimento do óleo.

Quantidade/Tipo	Especificação	Função	Localização	Tempo para disponibilidade	Limitações operacionais
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada de CN 100 m ³ /h & BoomVane 01 barreira <i>Current Buster 6</i> 01 bomba CN 100 m ³ /h (spare)	100 m ³ /h	Recolhimento do óleo	OSRV	02 / 06 / 12 hs	Beaufort 5-7
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada de CN 100 m ³ /h & BoomVane	100 m ³ /h	Recolhimento do óleo	PSV 01	02 / 06 / 12 hs (*1)	Beaufort 5-7
				06 / 12 hs (*2)	
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada de CN 100 m ³ /h & BoomVane	100 m ³ /h	Recolhimento do óleo	PSV 02	36 hs	Beaufort 5-7
01 sistema <i>Current Buster 6</i> com bomba acoplada de CN 100 m ³ /h & BoomVane	100 m ³ /h	Recolhimento do óleo	PSV 03	60 hs	Beaufort 5-7

(*1) Caso a redundância estabelecida pelo Órgão Ambiental seja de 2 hs para toda a atividade ou só na fase de 8 ½”.

(*2) Caso a redundância estabelecida pelo Órgão Ambiental seja de 6 hs nas fases da atividade, à exceção da fase de 8 ½”.



1.3. DISPERSÃO QUÍMICA

A estratégia de dispersão química em derramamentos de óleo poderá ser considerada pela BP Energy, 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 desta Resolução, a empresa deverá obter a devida autorização do órgão ambiental competente no caso de desejar proceder com esta técnica.

Para esta estratégia, a BP Energy manterá um sistema de aplicação de dispersantes a bordo das embarcações OSRV, PSV 01, PSV 02 e PSV 03, assim como 06 m³ do COREXIT 9500 em cada unidade.

Complementarmente, um sistema de aplicação de dispersante NeatSweep e 50 m³ do COREXIT 9500 ficarão armazenados na Base de Apoio Logístico em Belém (PA), para serem utilizados, caso necessário.

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 (três) horas de operação do recolhedor.

No caso da atividade de perfuração da BP Energy na Bacia da Foz do Amazonas, onde as embarcações são equipadas com sistema de capacidade de recolhimento de 100 m³/h, o mínimo de armazenamento requerido seria de 300 m³ para cada unidade. Mas, caso fossem seguidas as



especificações baseadas no CEDRO da CONAMA 398/08, as embarcações deveriam apresentar uma tancagem mínima de 1.050 m³.

Desta forma, considerando a oportunidade de atendimento ao caso que requeira a maior capacidade, a empresa optará pelo atendimento à tancagem especificada anteriormente, mesmo que não ajustada à demanda de consideração da nova CN da bomba do sistema CB6.

Assim, a BP Energy privilegiará a contratação de embarcações de apoio com tanques que possuam especificações técnicas que os habilite ao armazenamento temporário da mistura oleosa recolhida do mar e integrem uma capacidade mínima de 1.050 m³ para as embarcações utilizadas no projeto (OSRV e os PSVs).

É válido reforçar que para o cálculo da capacidade de armazenamento temporário da mistura água/óleo recolhida foram considerados os tanques que possuem especificação técnica apropriada para o recebimento desta mistura.

2. RECURSOS MATERIAIS PARA A UNIDADE DE PERFURAÇÃO

As ações de resposta a vazamentos contidos a bordo da unidade de perfuração deverão ser realizadas a partir da utilização de *kits* de atendimento a emergências, dimensionados e distribuídos na unidade em consonância com o Plano de Emergência de Navios para Poluição por Óleo (em inglês, *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan* – SOPEP) – kits SOPEP.

A lista de materiais que compõe cada kit SOPEP e a distribuição na instalação serão posteriormente apresentadas à COEXP.