

## DESCOMISSIONAMENTO DE DUTOS SUBMARINOS: MAPEAMENTO DE PROCESSOS PARA A OPÇÃO DE ABANDONO *IN* *SITU*

Luisa Nogueira de Azeredo Coutinho Soares<sup>1</sup>; Ilson Paranhos Pasqualino<sup>2</sup>; Rafaela de Andrade Ramos<sup>3</sup>; Marcelo Igor Lourenço de Souza<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Tecnologia Submarina, COPPE –  
[luisa@lts.coppe.ufrj.br](mailto:luisa@lts.coppe.ufrj.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Tecnologia Submarina, COPPE –  
[ilson@lts.coppe.ufrj.br](mailto:ilson@lts.coppe.ufrj.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Tecnologia Submarina, COPPE –  
[rafaela@lts.coppe.ufrj.br](mailto:rafaela@lts.coppe.ufrj.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Tecnologia Submarina, COPPE –  
[migor@lts.coppe.ufrj.br](mailto:migor@lts.coppe.ufrj.br)

**Resumo:** O descomissionamento consiste na desativação e consequente desmobilização das estruturas *offshore* pertencentes à etapa de produção de um campo de petróleo, quando este atingir o final de sua vida útil. Existem diversos métodos de descomissionamento de dutos submarinos, baseados em duas vertentes – remoção e abandono. A necessidade do desenvolvimento de estudos especificamente voltados para o descomissionamento de dutos submarinos é percebida na escassez de dados e informações disponíveis na literatura. Através do mapeamento de processos, é possível enxergar todas as atividades pertinentes à um método de descomissionamento em sua sequência de acontecimentos e assim, perceber onde podem ocorrer problemas e prever/propor soluções e melhorias. A fim de desenvolver o mapeamento dos processos relacionados à opção de abandono *in-situ*, utilizou-se a ferramenta *Bizagi*. Analisando-se os processos pertinentes à opção de abandono *in-situ*, verifica-se que não há muita complexidade pois se trata de um método que não tem muitas operações envolvidas por consistir simplesmente no abandono da estrutura no leito marinho. A maior incerteza está associada à garantia de que a estrutura abandonada não irá oferecer impactos em potencial ao ambiente marinho e a atividades marítimas a longo prazo.

**Palavras-chave:** Descomissionamento, Dutos, Abandono, Mapeamento, Processos.

### 1. INTRODUÇÃO

O descomissionamento consiste na desativação e consequente desmobilização das estruturas *offshore*, pertencentes à etapa de produção, de um campo de petróleo ao final de sua vida útil. No Brasil, a preocupação com o planejamento do descomissionamento faz-se necessária frente ao cenário de quedas do preço do barril, a chegada ao término de alguns contratos de concessão e, também, à idade madura de algumas unidades de produção (PETROBRAS, 2017).

A etapa de descomissionamento *offshore* engloba todas as partes constituintes de um sistema de produção de óleo e gás: unidades de produção, poços e estruturas submarinas. As estruturas submarinas, como dutos e equipamentos, compõem o arranjo submarino responsável pelo fluxo de fluidos no sistema de

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)

produção. Os dutos podem ser responsáveis pela coleta e escoamento da produção dos poços para a plataforma ou da plataforma para a terra e pela injeção de fluidos no reservatório.

Existem diversos métodos de descomissionamento de dutos submarinos. A decisão por qual método é mais indicado irá depender de aspectos técnicos, ambientais, econômicos, de segurança e sociais, além de aspectos políticos. Dessa maneira, o mapeamento dos processos relacionados à operação de descomissionamento escolhida mostra-se extremamente importante tendo em vista que, a partir dele, pode-se realizar análises econômicas e de viabilidade, facilitando assim a tomada de decisão.

A regulação das atividades de descomissionamento ainda se encontra em desenvolvimento no Brasil. Atualmente, não existe uma legislação específica para o descomissionamento de dutos submarinos, porém, existem as regulações que tratam de sistemas submarinos em geral, como as portarias 41/2015 e 27/2006 da ANP. Além delas, existem legislações, normas e *guidelines* internacionais que servem como embasamento para as práticas no Brasil como (UK Government, 1998), (OSPAR, 1998), (IMO, 1989), (BEIS, 2017) e (UNCLOS, 1982), as quais evidenciam a necessidade de remoção das estruturas submarinas, a menos que essas possam representar obstáculos/riscos à vida humana e à atividades marítimas, sendo então adotado o abandono como opção de descomissionamento.

Considerando a grande relevância do assunto - descomissionamento de dutos submarinos - e embasado na escassez de dados e informações disponíveis na literatura, este trabalho tem como objetivo o levantamento das possíveis técnicas de descomissionamento de dutos submarinos e a caracterização e mapeamento dos processos relacionados à opção de descomissionamento por abandono *in situ*.

## 2. METODOLOGIA

Com base em revisão bibliográfica feita a partir de artigos científicos, *guidelines* e relatórios técnicos de programas de descomissionamento já desenvolvidos como (*OIL AND GAS UK*, 2013), (*SHELL U.K. LIMITED*, 2017), (BP, 2011), foram levantadas as opções de descomissionamento possíveis para dutos submarinos. Optou-se por desenvolver um estudo mais aprofundado da opção por abandono *in-situ* através do mapeamento dos processos envolvidos.









A fim de estruturar o mapeamento dos processos, utilizou-se o *Bizagi - software* de mapeamento de processos de negócios que permite ao usuário criar diagramas, modelos e documentos de processos de negócios utilizando o

padrão *Business Process Model and Notation* (BPMN), o qual é aceito mundialmente (BIZAGI, 2018).

O padrão BPMN não se trata de uma metodologia e sim de um conjunto de símbolos e notações aplicadas mundialmente para o desenvolvimento de mapeamento de processos; tais símbolos descrevem relacionamentos definidos como fluxo de atividades (ABPMP, 2013). Na Tabela 1 pode-se observar as principais notações BPMN utilizadas no presente trabalho.

Optou-se por desenvolver um mapeamento com visão macro da operação e, portanto, compreensível a todas as esferas que pudessem se interessar pelos processos. Através do mapeamento de processos, é possível enxergar todas as atividades pertinentes ao método de descomissionamento em sua sequência de acontecimentos e assim, perceber onde podem ocorrer problemas e prever/propor soluções e melhorias.

Tabela 1 – Notação BPMN utilizada.

Elemento	Descrição	Notação	Elemento	Descrição	Notação
Evento Inicial	Indica o início de um processo.		Evento Final	Indica o fim de um processo.	
Evento Inicial Condicional	Relaciona o início de um processo a uma condição verdadeira.		Portão de Decisão Exclusivo	Utilizado para criar caminhos alternativos.	
Tarefa	Atividade dentro do fluxo de processos.		Portão de Decisão Inclusivo	Utilizado para criar caminhos alternativos não-excludentes. A escolha por um caminho não exclui os outros.	
SubProcesso	Atividade com detalhes internos modelados por meio de outras atividades, portões de decisão, eventos e fluxos.		Anotação	Utilizado para dar informações adicionais para o leitor do processo.	

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o descomissionamento de dutos submarinos, tanto rígidos como flexíveis, existem basicamente duas vertentes: remoção e abandono. Para a opção de remoção, pode-se optar pelos métodos de corte e elevação, *S-lay/J-lay* reverso e bobina reversa (esses métodos não foram aprofundados neste trabalho). Já para a opção de abandono, pode-se separar em outros dois ramos: abandono *in-situ* ou abandono com intervenções, e estas, por sua vez, podem ser intervenções mínimas, moderadas ou significativas (OIL AND GAS UK, 2013). Essas intervenções se dão de diversas maneiras através da aplicação única ou combinada de outras operações como corte e elevação, deposição de rochas e entrincheiramento e enterramento.

Independente da técnica a ser adotada no projeto de descomissionamento de um campo, a limpeza dos dutos é mandatória (HSE, 1997). Considerando-se que normalmente ocorre a desativação/descomissionamento do campo como um todo, utiliza-se a premissa de que as linhas estarão limpas no momento de execução do seu descomissionamento porque a operação de limpeza é feita durante a execução do projeto de abandono de poços, que normalmente ocorre anteriormente.

A operação de limpeza das linhas foi mapeada no presente trabalho tendo em vista que é um evento condição para que o descomissionamento dos dutos possa ser feito. Esse mapeamento é ilustrado na Figura 1.

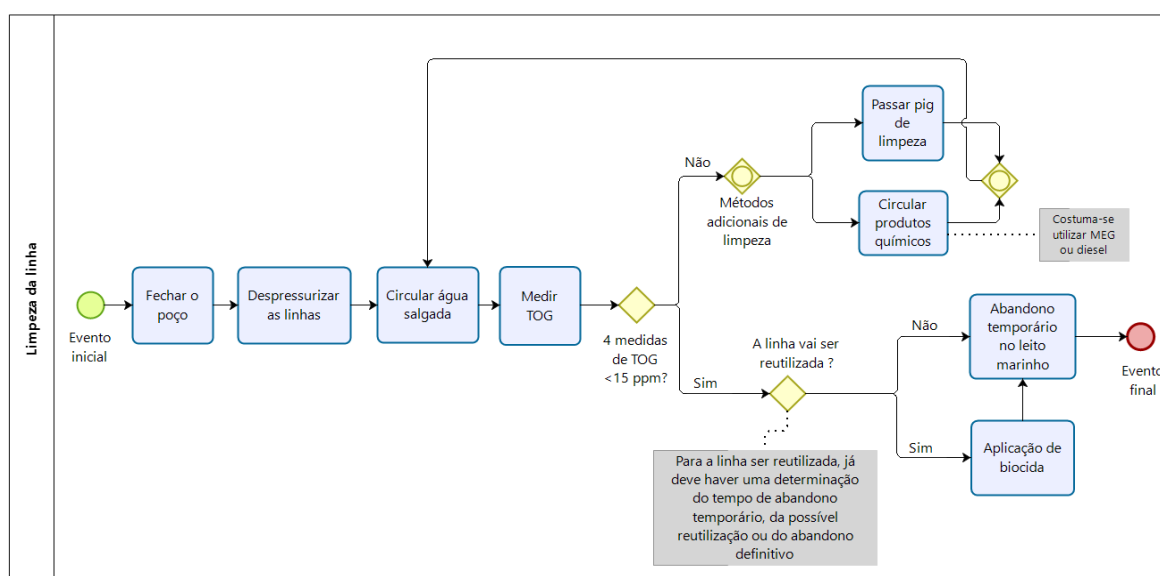


Figura 1 – Mapeamento da etapa de limpeza dos dutos

A limpeza das linhas ocorre através da circulação de água salgada em regime turbulento. Após esta circulação, mede-se o teor de óleos e graxas (TOG), se estiver a níveis aceitáveis (TOG < 15 ppm), a linha é considerada limpa (MARPOL, 1973). Em situações em que a circulação de água não é suficiente, circula-se produtos químicos como diesel ou monoetilenoglicol (MEG) ou opta-se pela passagem de *pig* de limpeza para assegurar a remoção de qualquer incrustação de óleo que possa estar presente na parede interna do duto e que, conseqüentemente, esteja impedindo a limpeza de forma satisfatória.

Após a limpeza das linhas, é necessário executar o projeto de descomissionamento dessas linhas. O processo de tomada de decisão pela melhor opção de descomissionamento se dá com base em alguns critérios importantes abrangendo aspectos técnicos, ambientais, sociais, de segurança e econômicos. Alguns cenários

são mais susceptíveis a determinados métodos de descomissionamento. Por exemplo, cenários em que dutos estão completamente enterrados e que não representam risco a atividades de pesca ou qualquer atividade marítima usualmente são propícios ao abandono *in-situ*.

A opção por abandono *in-situ* total é a mais simples dentre os possíveis métodos de descomissionamento de dutos submarinos exigindo apenas a operação de limpeza das linhas e desconexão destas de outras estruturas submarinas. A legislação e as práticas mundiais priorizam a retirada das estruturas submarinas, portanto, para que o abandono seja permitido é necessário estudo prévio da estrutura para provar que a remoção não é segura e acarretará consequências indesejáveis caso seja executada.

O abandono *in-situ* pode ser total ou parcial, ou seja, sem intervenções ou com intervenções nas linhas, respectivamente. Essas intervenções podem ser motivadas por diferentes razões como cruzamentos, por exemplo. A Figura 2 ilustra os processos relacionados ao abandono *in-situ*, seja ele total ou parcial. Nesta figura observa-se a presença de um subprocesso, representado na Figura 3. Esse subprocesso diz respeito à escolha do método mais adequado de desconexão dos dutos – o qual está diretamente relacionado ao tipo de conexão - podendo ser através de ferramentas de desconexão específicas, de mergulhadores ou de ROV (*Remotely Operated Vehicle*).

Os processos iniciam-se com um evento condicional – a limpeza das linhas - descrito anteriormente. Partindo desta premissa, a realização das operações exigirá uma reavaliação das condições das estruturas antes de dar prosseguimento à execução do projeto.

Uma vez que as linhas estão nas condições previstas, verifica-se o *status* das conexões. As linhas têm duas terminações conectadas a outras estruturas submarinas. Essas terminações podem ter sido previamente desconectadas, durante o processo de abandono de poços, por exemplo, ou podem ainda encontrar-se conectadas a alguma estrutura. Nos processos mapeados, as definições de primeira e segunda extremidade referem-se à ordem em que as desconexões serão realizadas.

Realizada a desconexão das linhas, pode-se então prosseguir com a operação de abandono. A determinação por abandono *in-situ* sem intervenções ou com intervenções é definida no momento do planejamento do descomissionamento.

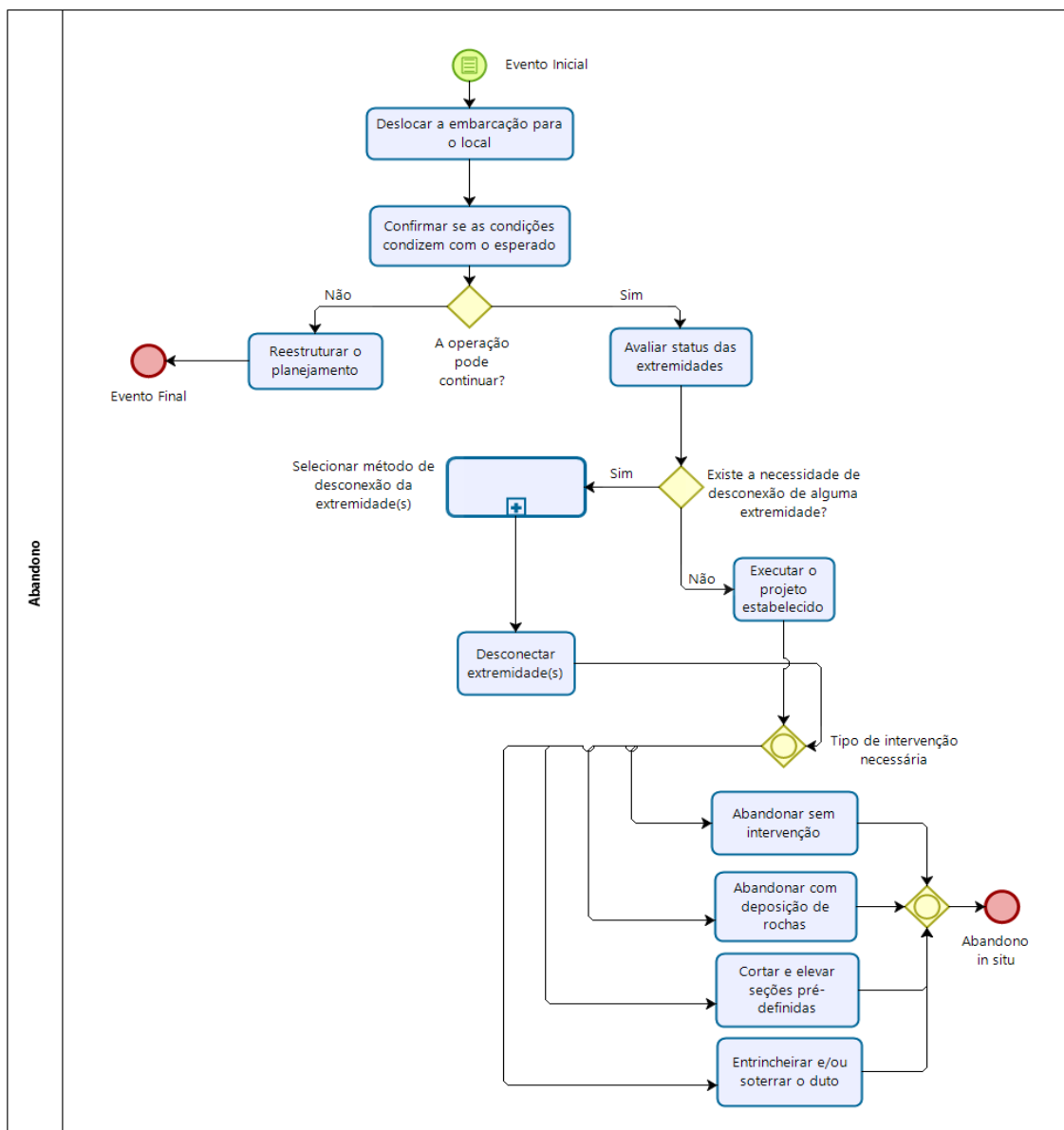


Figura 2 – Mapeamento de processos da opção de abandono dos dutos

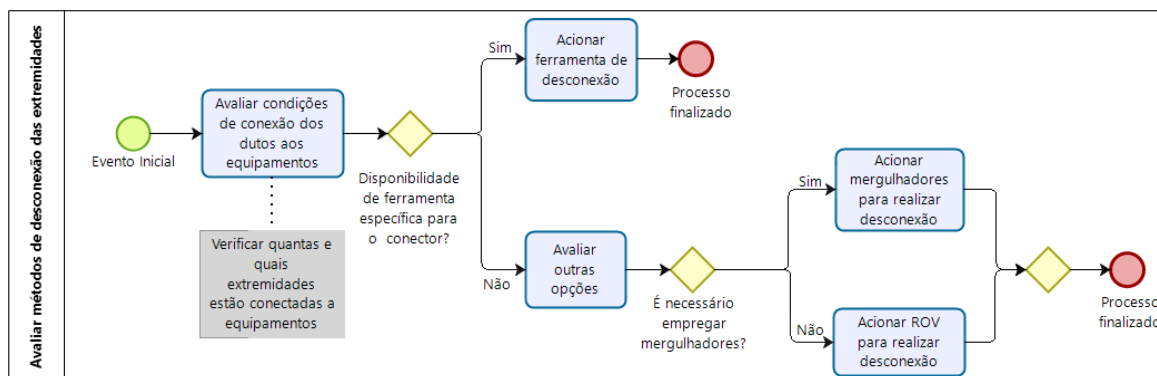


Figura 3 – Mapeamento do subprocesso de avaliação dos métodos de desconexão das extremidades

Após a realização das operações acima mapeadas, é necessário o monitoramento pós-descomissionamento da estrutura abandonada. Essa necessidade se dá pelo fato de que a estrutura está submetida a variações de corrente, mudanças no leito marinho, além da incerteza quanto à limpeza e desprendimento de materiais. Conseqüentemente, as condições em que ela foi descomissionada podem sofrer modificações ao longo do tempo e, portanto, precisam ser monitoradas de forma a assegurar que não ocasione danos ao meio ambiente, à atividades marítimas e a vida humana ao redor futuramente.

#### 4. CONCLUSÃO

O descomissionamento de dutos submarinos não é um projeto simples haja vista a grande quantidade de métodos possíveis e suas combinações, além das inúmeras variáveis envolvidas na tomada de decisão pela escolha da melhor opção.

Analisando-se o mapeamento dos processos pertinentes à opção de abandono *in-situ* total, verifica-se que as atividades a serem desenvolvidas não agregam muita complexidade operacional, isto ocorre porque o método não tem muitas operações envolvidas e consiste simplesmente no abandono da estrutura no leito marinho. Apesar disso, o abandono *in-situ* é uma opção muito utilizada, aplicada em muitos descomissionamentos realizados no mar do Norte, tendo em vista a falta de integridade das estruturas, o que inviabiliza operações de remoção. Outro aspecto relevante à essa opção é a grande incerteza quanto à garantia de que a estrutura abandonada não irá representar risco às atividades marítimas a longo prazo.

Através do mapeamento detalhado de outras opções como abandono com intervenções e descomissionamento por remoção total seria possível desenvolver uma análise comparativa entre as opções, considerando-se fatores como risco operacional, risco tecnológico e risco ambiental.

Um possível estudo futuro baseado no presente trabalho seria um planejamento do monitoramento pós-descomissionamento, haja vista o efeito cumulativo do descomissionamento de um campo de petróleo considerando todas as estruturas submarinas a serem abandonadas, de forma a monitorar e prever o risco futuro associado.

## 5. REFERÊNCIAS

ABPMP. *ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS*. (2013). *Brasil. Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de Conhecimento ABPMP BPM CBOK V3.0 – 1ª Edição*.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. (2006). **Resolução N. 27, de 08 de outubro de 2006**. ANP. Dispõe sobre a Desativação de Instalações na Fase de Produção.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. (2015). **Resolução N. 41, de 09 de setembro de 2015**. ANP. Dispõe sobre o Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional de Sistemas Submarinos.

BIZAGI.(2018). **Bizagi Modeler Documentation**. Retrieved from <http://help.bizagi.com/process-modeler/en/>.

BP. *BRITISH PETROLEUM* (2011). **Don Field Decommissioning Programme. Facilities and Infrastructure Redevelopments and Rejuvenation**, (May), 174.

BEIS. *DEPARTMENT FOR BUSINESS ENERGY & INDUSTRIAL STRATEGY*. (2017). **Guidance Notes (draft): Decommissioning of Offshore Oil and Gas Installations and Pipelines**, (December), 126.

HSE. *HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE*. (1997). **The Abandonment of Offshore Pipelines - Methods and Procedures for Abandonment**. *OTH Series of Report*.

IBP. INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. (28 de setembro de 2017). *Notícias*. Fonte: IBP: <https://www.ibp.org.br/noticias/especialistas-debatem-os-desafios-do-descomissionamento-de-projetos-de-petroleo-no-ibp/>.

IMO. *INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION*. (1989). **Guidelines and Standards for The Removal of Offshore Installations and Structures on The Continental Shelf and in The Exclusive Economic Zone**, 1–5.

MARPOL. *INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE PREVENTION OF POLLUTION FROM SHIPS* (1973). **MARPOL 73/78 - Anexo I - Regras para a Prevenção da Poluição por Óleo**.

*OIL & GAS UK*. (2013). **Decommissioning of Pipelines in The North Sea Region - 2013**.

OSPAR. (1998). *Disposal of Disused Offshore Installation*, 9.

PETROBRAS. (22 de junho de 2017). Sala de Imprensa. Fonte: Agência Petrobras: [http://www.agenciapetrobras.com.br/Materia/ExibirMateria?p\\_materia=979364](http://www.agenciapetrobras.com.br/Materia/ExibirMateria?p_materia=979364)

*SHELL U.K. LIMITED*. (2017). **Brent Field Pipelines Decommissioning Technical Document**.

*UK GOVERNMENT*. (1998). *Petroleum Act - 1998*. Retrieved from [http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1998/17/pdfs/ukpga\\_19980017\\_en.pdf%5Chttp://www.legislation.gov.uk/ukpga/1998/17/contents](http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1998/17/pdfs/ukpga_19980017_en.pdf%5Chttp://www.legislation.gov.uk/ukpga/1998/17/contents)

UNCLOS. *UNITED NATIONS CONVENTION ON THE LAW OF THE SEA* (1982). **United Nations Convention on the Law of the Sea Act 1996**.